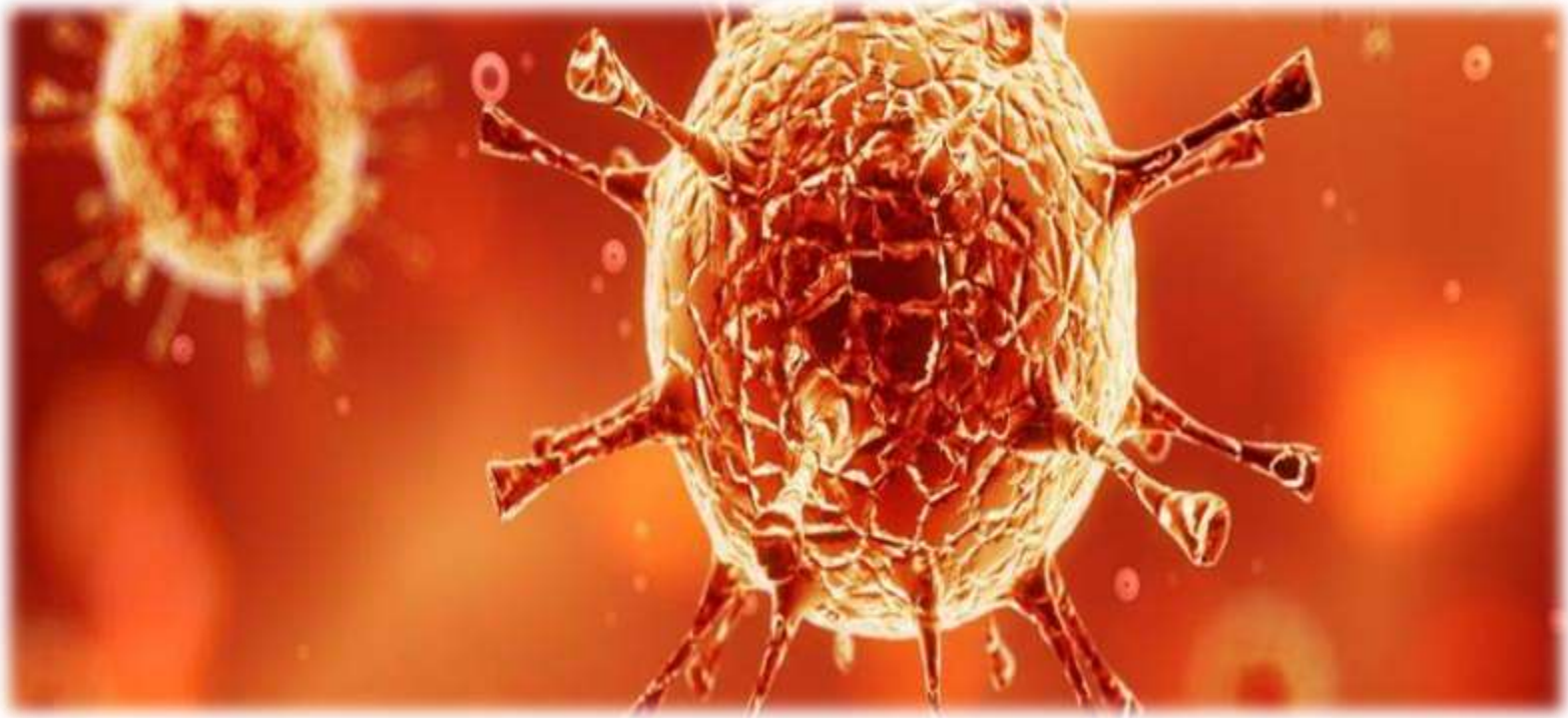


# **SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE**

*Magg. com. (cpl.) El Massimo Amorosi*

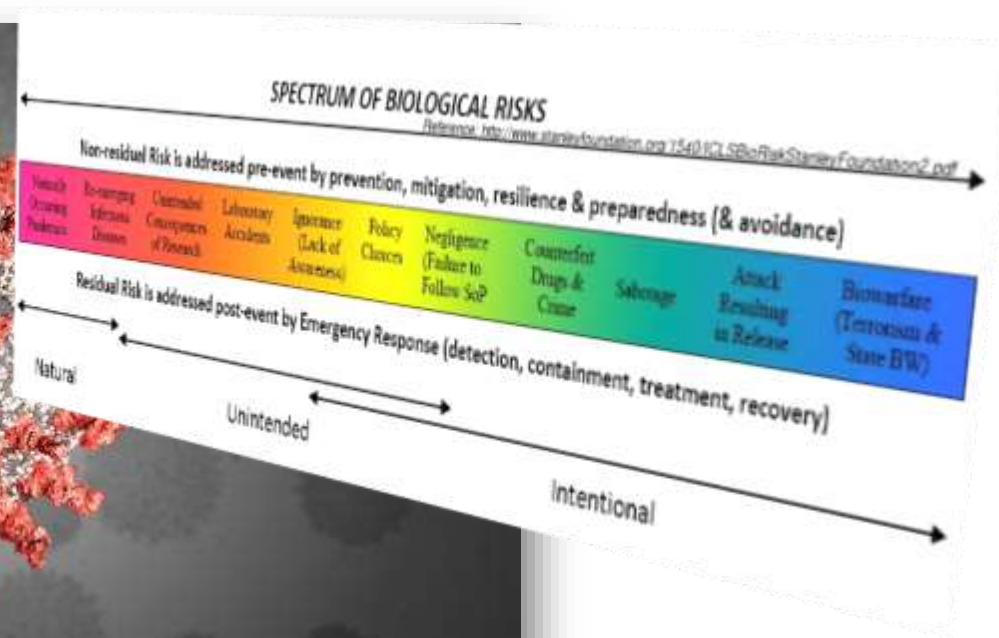
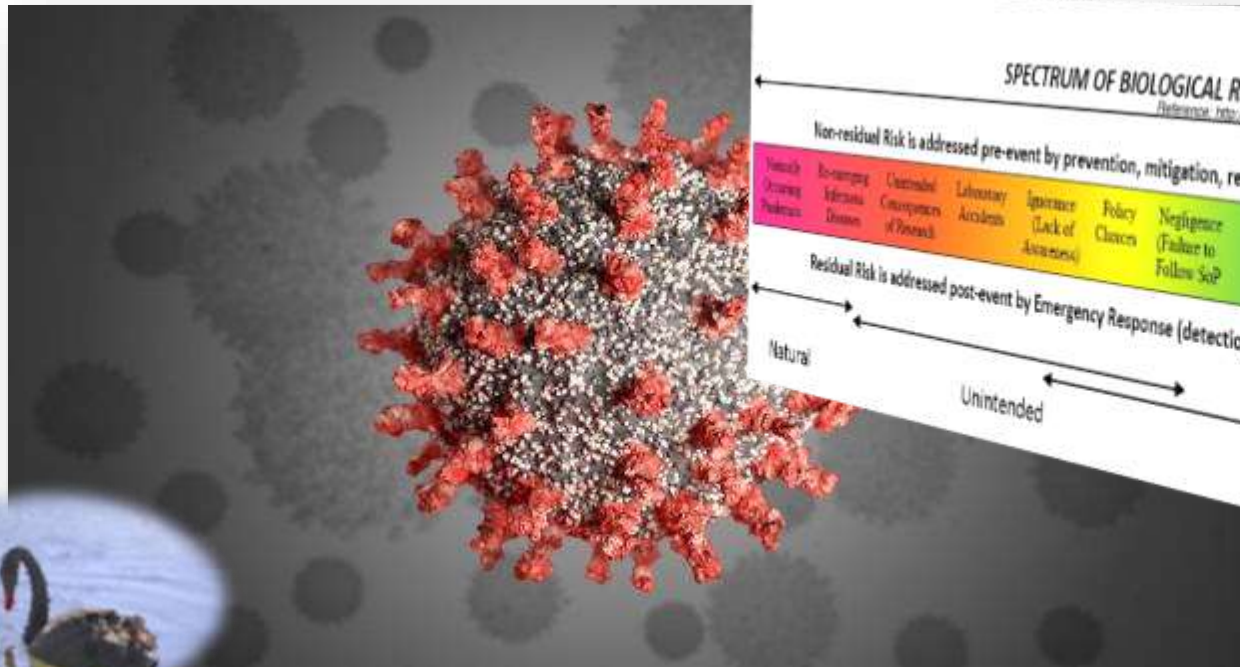
VIII Congresso Nazionale sulla Biosicurezza  
Assisi – 8 Novembre 2025



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

Pandemia da SARS-CoV-2: un brusco risveglio?



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

*Magg. El Massimo Amorosi*

## ***La salute pubblica: una questione di sicurezza nazionale***

Tra le minacce alla sicurezza, la diffusione di un patogeno ad elevata trasmissibilità è quella che ha maggiore potenzialità di impattare sugli equilibri politici, economici e sociali, sia interni ad un Paese, che su quelli internazionali. Nel caso dei rischi biologici, è il virus che ha un controllo sulla geopolitica e sulla geoeconomia mondiali e non viceversa...

- **Il caso dell'eradicazione del vaiolo (smallpox)**
- **La risoluzione ONU 2177 (2014): virus Ebola in Africa occidentale da considerarsi come minaccia alla sicurezza**



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Quali scenari di bioinsicurezza globale

- Fattori naturali e antropici
- Proliferazione di laboratori BSL-3 e BSL-4 e i rischi delle ricerche «gain of function»
- Crescenti digitalizzazione e democratizzazione delle scienze biologiche; maggiori rischi che promanano dal fenomeno della convergenza tecnologica
- Talune partnership internazionali come fonte ulteriore di rischio
- Crisi dei tradizionali regimi internazionali di controllo degli armamenti; lacune della BWC e criticità dell'OMS; assenza di organizzazioni nazionali preposte alla biodifesa



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Fattori naturali e antropici

- Fenomeni di spillover
- Distruzione di habitat naturali
- Allevamenti intensivi
- Wet markets
- Traffico di animali esotici

*Gli animali stessi svolgono un ruolo importante come biosensori per rilascio accidentale o intenzionale di agenti infettivi e tossine e per malattie emergenti*

- **Eventi pandemici naturali si verificano con una frequenza che va dai 10 ai 40 anni, ma danni per l'essere umano possono scaturire anche da incidenti di laboratorio e atti deliberati**



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## L'impatto del cambiamento climatico sui microrganismi

- Il cambiamento climatico è riconosciuto dall'OMS come la **minaccia più urgente per la salute pubblica globale**
- Il *climate change* non impatta solo su microrganismi come **batteri** e **virus**, ma anche su **malattie fungine invasive** (compresi funghi che attaccano le piante, rappresentando un rischio per la sicurezza alimentare)
- In particolare, l'impatto è più evidente su **patologie trasmesse da vettori artropodi** quali zanzare e altri insetti (es. zecche): si prevede un incremento della prevalenza di tali malattie, soprattutto malaria, dengue, malattia di Lyme e West Nile Virus (fonte: IPCC)



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Proliferazione dei laboratori

- Nel 2021 sono stati identificati 59 laboratori BSL4 operativi, in costruzione o pianificati in 23 Paesi. All'inizio del 2023, quel numero era aumentato di dieci a 69 laboratori. Ci sono 51 laboratori BSL4 in funzione, tre in costruzione e 15 pianificati, tutti distribuiti in 27 Paesi
- **La pandemia da COVID-19 ha innescato un altro boom per i laboratori BSL4.** Dall'inizio della pandemia, nove Paesi hanno annunciato l'intenzione di costruire 12 nuovi laboratori BSL4 e la maggior parte di questi sarà realizzata in Asia
- Circa il 75 per cento dei laboratori BSL4 si trova in aree urbanizzate, esacerbando l'impatto di eventuali rilasci accidentali
- Non vi sono stime affidabili riguardo il numero esatto di laboratori BSL-3: secondo il GAO solo negli USA sarebbero 1,362 (stima comunque approssimativa)



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## I livelli di biosicurezza dei laboratori (BSL)

### **BSL-1: livello base di protezione**

Organismi che generalmente non causano patologie in esseri umani in salute

### **BSL-2: manipolazione con rischio moderato**

Organismi che causano patologie di varia gravità per ingestione o per via percutanea o attraverso le mucose

### **BSL-3: manipolazione ad alto rischio**

Organismi a trasmissione aerea, causanti patologie gravi e potenzialmente letali, di origine autoctona o esotica

### **BSL-4: manipolazioni a rischio molto elevato**

Organismi esotici che causano patologie gravi per le quali non esistono trattamenti

### **Biosafety level 4**

- ✓ Unità operativa isolata e sigillata dal punto di vista funzionale e, se necessario, strutturale
- ✓ Operatori protetti da tuta a pressione positiva
- ✓ Decontaminazione dell'aria e di altri prodotti liquidi e gassosi in uscita dal laboratorio



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Ricerche Gain of Function (GOF)

- La manipolazione di agenti patogeni allo scopo di conferire loro proprietà e caratteristiche che in natura non posseggono, rendendoli più pericolosi per l'uomo in ragione di una maggiore trasmissibilità ma anche severità della malattia che essi causano
- La modificazione del genoma di un microrganismo con lo scopo di conferirgli **una funzione "nuova" o "potenziata"** per fini di studio, come un'accresciuta virulenza per gli esseri umani oppure la capacità di eludere il sistema immunitario dell'ospite
- Alcune caratteristiche specifiche dei microrganismi possono essere ottenute in laboratorio con tecniche di selezione su coltura, che non richiedono manipolazioni che lasciano tracce
- **La manipolazione nel 2011 del virus dell'influenza aviaria**, non contagioso in natura tra gli esseri umani, da parte di Ron Fouchier (Erasmus University in Olanda) e Yoshihiro Kawaoka (Università del Wisconsin-Madison e l'Università di Tokyo) ne è un esempio emblematico

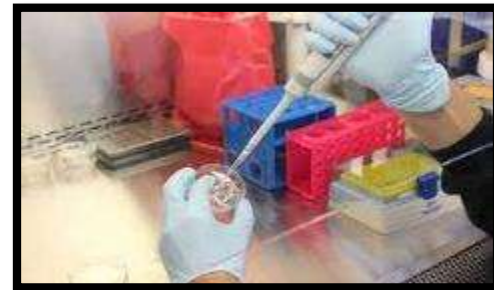


# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Democratizzazione delle scienze biologiche

- Il processo di democratizzazione nell'ambito delle scienze della vita coincide innanzitutto con attività di ricerca, non approvate nelle università, portate avanti in **laboratori "do-it-yourself" (DIY)**, di norma di tipo BSL-1 ma su cui pende l'assenza di qualunque regolamentazione. Non è troppo complicato oggi procurarsi l'equipaggiamento di base, che si può acquisire online
- Se si possono verificare incidenti in strutture considerate di eccellenza in termini di standard di sicurezza, tale possibilità può diventare sempre più concreta con la proliferazione di laboratori illegali o clandestini

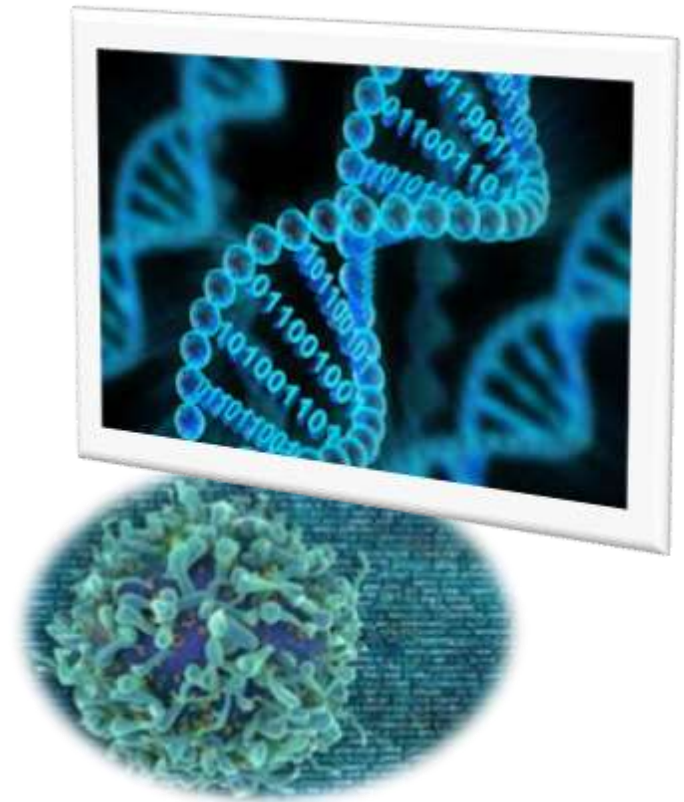


# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Crescente digitalizzazione delle scienze biologiche (cyber-biosicurezza)

- Rispetto al materiale fissile, che resta squisitamente fisico in ogni suo aspetto, il punto di partenza per un'arma biologica, ossia un agente patogeno, oggi esiste come informazione digitale, come nel caso dei dati genomici, con le armi chimiche che si collocano a metà tra la dimensione fisica e quella digitale
- A causa della **maggiore dipendenza dei diversi settori delle scienze biologiche dai sistemi cyber-fisici**, vi sono margini di manovra in ogni punto in cui processi o servizi bioingegnerizzati si interfacciano con il dominio cyber e fisico. In tal modo, attori con intenzioni ostili possono sfruttare reti non protette e manipolare in remoto dati biologici, utilizzare a proprio vantaggio agenti biologici o influenzare l'elaborazione fisica che coinvolge materiali biologici, al punto da provocare, più o meno intenzionalmente, conseguenze indesiderate o pericolose. Oltre ad un potenziale impatto che mette in pericolo la salute pubblica, l'ambiente, l'economia e la sicurezza nazionale, la gamma di rischi e minacce che ne deriva può includere **il furto di informazioni per scopi militari nonché di proprietà intellettuale nel contesto di scenari di guerra economica**



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Cyber-attacchi contro l'automazione di laboratorio?

- La rivoluzione digitale nelle scienze della vita ha introdotto laboratori intelligenti che automatizzano i processi, collegano strumenti e dispositivi a una rete e offrono nuovi modi per creare, archiviare, condividere e manipolare informazioni elettroniche su agenti patogeni e malattie
- La maggior parte dei laboratori biologici industriali oggi sono sempre più automatizzati, dotati di software di analisi AI e servizi cloud. In questo quadro, è fondamentale valutare **in che modo la convergenza di intelligenza artificiale e biotecnologie avrà un impatto sugli strumenti dei laboratori biologici, nonché sul loro potenziale a duplice uso**
- È stato dimostrato che attori malintenzionati potrebbero ricorrere a sequenze di DNA sintetico codificate con malware per ottenere il controllo dei computer che elaborano la sequenza



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Rischi di natura militare dalla crescente convergenza tecnologica

- La crescente convergenza tra tecnologie emergenti e disruptive innescherà dinamiche di iper-competizione con l'affacciarsi di nuovi rischi in termini di sicurezza, anche militare, con **effetti in qualche modo simili a quelli riscontrati con l'avvio dell'era nucleare**. Una significativa area di convergenza è quella delle tecnologie genomiche con l'AI, l'automazione, la robotica, e il cloud computing
- Gli sviluppi nelle tecnologie genomiche e in altre tecnologie emergenti, specie machine e deep learning, sollevano qualche timore nella misura in cui l'accesso ad un'ingente disponibilità di genomi umani, spesso con dati clinici direttamente associati, può implicare la possibilità che dei bioinformatici possano iniziare a mappare la suscettibilità alle infezioni in popolazioni specifiche. Tali informazioni possono essere usate per **lo sviluppo di armi "mirate" a particolari gruppi** e il machine learning applicato all'ingegneria proteica può avere implicazioni nell'identificare possibili bioregolatori e tossine impiegabili per fini ostili



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## La crisi dei regimi internazionali di non proliferazione

- Le decisioni che riguardano l'ambito della biosecurity devono tenere conto del *worst case scenario*, anche alla luce dei progressi scientifici e tecnologici in atto e del fenomeno della crescente convergenza tecnologica, e per questo stridono i troppo numerosi gap del regime globale di non proliferazione
- La BWC contiene un rigoroso divieto ma manca completamente di meccanismi di verifica. **Al “deficit di verifica” si aggiunge un “deficit istituzionale”** (l'ISU della BWC)
- Nei documenti dell'International Health Regulations (IHR) del 2005, redatto dopo la crisi della SARS, viene data una definizione di Emergenza Sanitaria di Interesse Internazionale (**PHEIC, Public Health Emergency of International Concern**). In teoria, l'IHR è un accordo internazionale giuridicamente vincolante che coinvolge 196 Paesi, inclusi gli Stati membri dell'OMS. Tuttavia, le raccomandazioni dell'OMS durante un PHEIC non sono vincolanti...



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Le partnership internazionali come fonti di rischio

- Le salvaguardie di sicurezza sono più deboli nei laboratori realizzati nelle Nazioni in via di sviluppo, (**training non appropriato del personale, mancanza di controlli, frequenti blackout elettrici e carenze di acqua pulita**)
- Gli ostacoli nel tenere traccia di alcune attività di ricerca spiegano pure perché talune partnership internazionali non devono sfuggire ad un attento monitoraggio: queste potrebbero saldarsi con il **trasferimento di tecnologie e know-how verso Paesi in cui sono blandi, o non ancora maturi, adeguati standard di biosicurezza**
- In Vietnam, sugli oltre 5.000 laboratori BSL-1 e BSL-2, solo 600 sono certificati dalle autorità governative; riguardo ai circa 45 laboratori BSL-3 nell'Asia sudorientale si segnalano criticità in termini di standard di sicurezza, gestione e training
- Un particolare focus deve essere dedicato a soggetti e enti stranieri che finanziano specifiche attività di ricerca



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Necessaria una strategia nazionale di biodifesa

- La tipologia di reazione e l'arsenale dei mezzi messi a disposizione in molti Paesi per rispondere alla pandemia da SARS-CoV-2 ha dimostrato che non vi può essere alcuna differenza in termini di preparazione e risposta tra il verificarsi di **una minaccia biologica emergente di origine naturale, accidentale, o deliberata** (ossia il risultato di un'introduzione deliberata: attentato o attacco)
- Le minacce biologiche possono essere identificate, valutate, prevenute e controllate con maggiore efficacia attraverso una **strategia nazionale di biodifesa**, che poggia su una leadership centralizzata di coordinamento ai massimi livelli di governo
- La strategia di biodifesa deve prevedere una partnership mirata e di condivisione delle informazioni, sulla base di criteri precisi e specifici, tra una pluralità di settori (intelligence, difesa, sanità pubblica, sanità animale, istituti di ricerca, forze dell'ordine, il mondo industriale, accademico e diplomatico) secondo **un approccio autenticamente multidisciplinare**



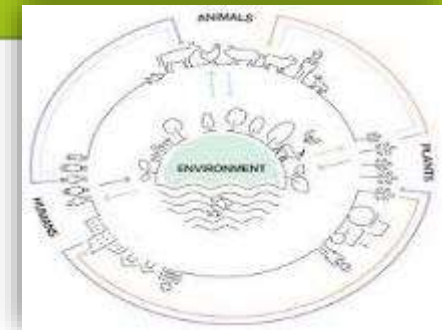
# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Biodifesa: sorveglianza integrata ispirata al principio «one health»

- I sistemi contemporanei di sorveglianza di patogeni pericolosi per la salute pubblica rimangono separati per esseri umani e animali. Si avverte la necessità di approfondire la comprensione dell'interfaccia o trasmissione di agenti patogeni tra l'ambiente, la fauna selvatica, gli animali e l'uomo come parte di un complesso sistema socio-ecologico
- In un'ottica di "One Health" , **la sorveglianza delle infezioni umane e animali dovrebbe integrare quella delle patologie vegetali, in particolare per la rilevanza che esse possono avere in scenari di agroterrorismo**, il quale rientra nell'ambito del bioterrorismo ed è associato all'introduzione deliberata di agenti patogeni animali o vegetali con l'obiettivo di generare panico, causare danni economici e minare la stabilità sociale
- L'approccio unitario di tipo *one-health* si basa sul riconoscimento che la salute umana, la salute animale e la salute dell'ecosistema siano legate indissolubilmente

I moderni sistemi di produzione alimentare sono complessi con elementi di vulnerabilità lungo tutta la filiera. Il sistema offre molte opportunità per l'introduzione di contaminanti o agenti patogeni: gli agenti patogeni di piante e animali sono più facili da acquisire rispetto agli agenti patogeni per l'uomo e la manipolazione di questi agenti patogeni presenta meno rischi per l'autore dell'azione ostile

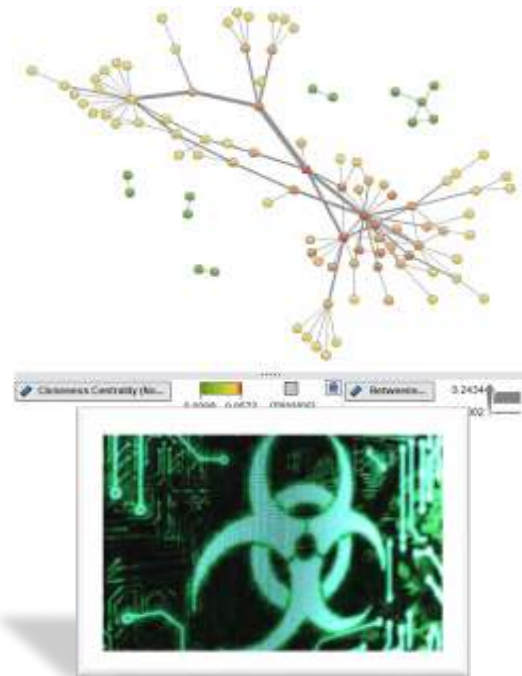


# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

## Biodifesa: un approccio ibrido e multidisciplinare

- **La disponibilità di dati deve essere tradotta in conoscenza e azione:** da qui la necessità di ricorrere a strumenti di *big data analytics*, che tuttavia non possono sostituire l'analisi di esperti di settore
- Piattaforme e tecniche di big data «catturano» dati scientifici codificati (es., pubblicazioni scientifiche, dati clinici, tracciamento digitale dei contatti), trascurando le dimensioni sociali, le quali richiedono metodologie qualitative (es., interviste, osservazione delle dinamiche di laboratorio)
- Emerge la necessità di **un approccio «ibrido» che integri l'analisi dei big data con l'analisi tradizionale dei dati:** un'analisi che si basi su dati ricavati da una molteplicità di fonti, compresi dati sanitari pubblici, ambientali, di contesto, etnografici e connessi alle scienze sociali. Tale approccio «ibrido» richiede team «multidisciplinari»
- Gli analisti con competenze nel campo degli studi strategici o delle relazioni internazionali potrebbero essere chiamati a svolgere brevi stage o tirocini nei laboratori per facilitare sinergie con colleghi della comunità scientifica, toccando con mano il contesto in cui questi ultimi lavorano e le sfide che affrontano quando fanno ricerca... **serve innanzitutto superare certe barriere culturali**



# SCENARI DI BIOINSICUREZZA: RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE

Magg. El Massimo Amorosi

**Biodifesa: necessità di specialisti e di limiti alla flessibilità..**

- *L'analisi dei rischi biologici deve essere dedicata e specialistica*



*La flessibilità ha dei meriti, anche se può inficiare i necessari investimenti nelle aree di specializzazione (subject matter experts)*



*Gli analisti che si occupano di minacce biologiche non dovrebbero essere dirottati a dedicare attenzione agli altri rischi dello spettro CBRN*



**SCENARI DI BIOINSICUREZZA:  
RISCHI E STRATEGIE DI PREVENZIONE**

*Magg. El Massimo Amorosi*

**GRAZIE DELL'ATTENZIONE**

