

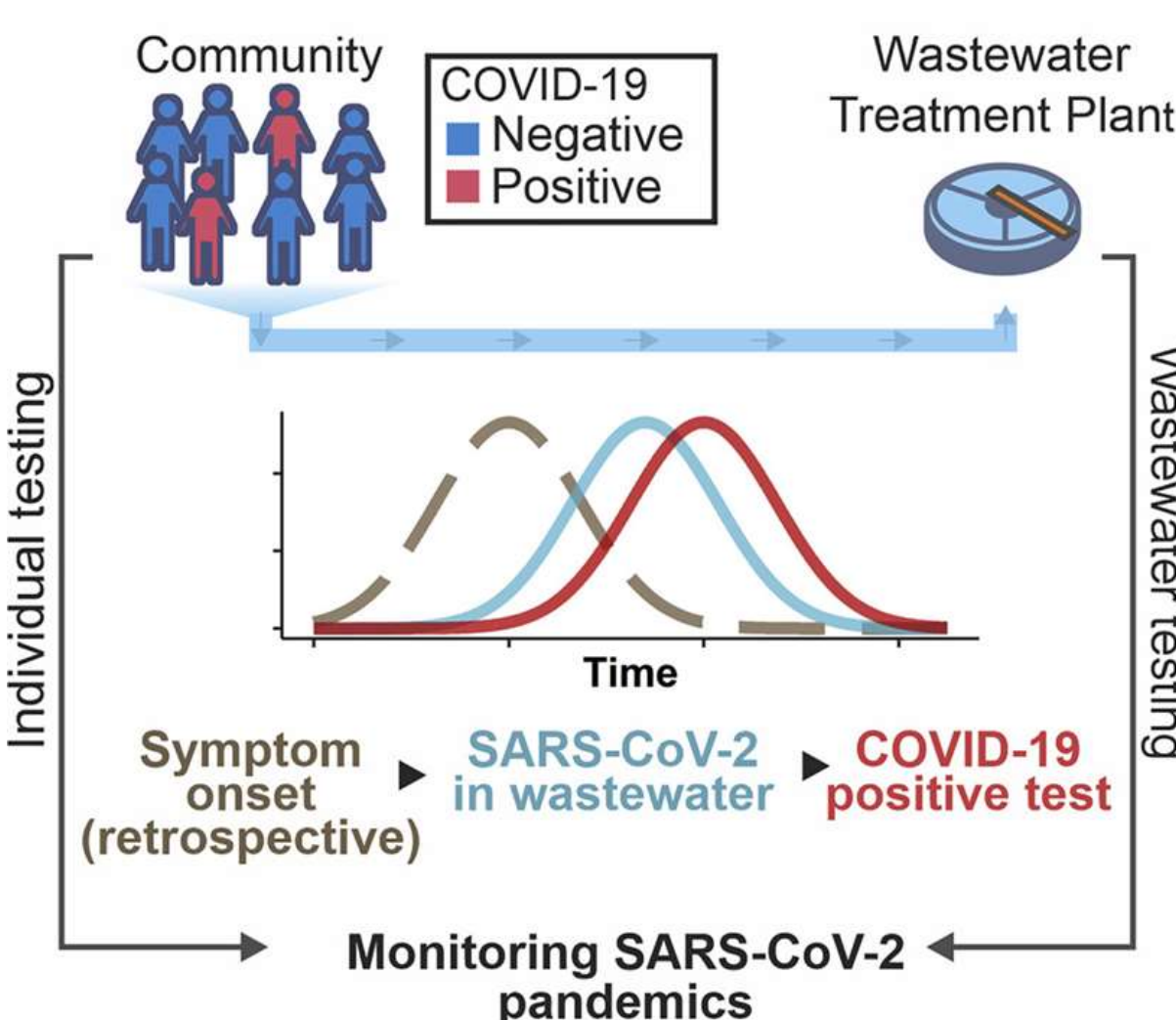
# SARS-CoV-2 E ACQUA: STATO DELLE CONOSCENZE E PROSPETTIVE FUTURE



Corista  
**Sabina De Faveri**

Relatore  
**Prof.ssa Maria Parpinel**

Nemudryi et al., 2020, Cell Reports Medicine 1, 100098 September 22, 2020 | 2020 The Author(s).  
<https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100098>



## EPIDEMIOLOGIA BASATA SULLE ACQUE REFLUE ( WBE ) – MONITORAGGIO SARS-CoV-2 OBIETTIVI

REVISIONE NARRATIVA LETTERATURA SCIENTIFICA MONITORAGGIO VIRUS SARS-COV-2 NELLE ACQUE

APPLICAZIONE WBE IN ITALIA E RISPOSTA DEI GESTORI IDRICI ALLA SORVEGLIANZA WBE SARS-CoV-2

PREVALENZA: ESPERIENZA GLOBALE SORVEGLIANZA WBE SARS-CoV-2

PROPOSTE DI LAVORO FUTURO: WBE INTEGRATA A SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA TERRITORIALE

### SARS-CoV-2 E ACQUA

Dopo i primi casi di Sars-Cov-2 a Wuhan in Cina a dicembre 2019, l'OMS ha dichiarato la **pandemia di COVID-19** l'11 marzo 2020. Lo scenario epidemiologico attuale varia da paese a paese a seconda della fase epidemica e delle misure di mitigazione.

La **sorveglianza** dell'epidemia è basata su test clinici condotti da strutture sanitarie con test standard di reazione a catena della polimerasi quantitativa a trascrizione inversa (RT-qPCR) su tamponi nasofaringei per rilevare il segnale dell'RNA. Il concetto di base di WBE prevede alcuni agenti chimici o biologici espulsi dai corpi umani raccolti dalla rete fognaria ed entranti nelle acque reflue, rendendole una ricca fonte di queste sostanze.

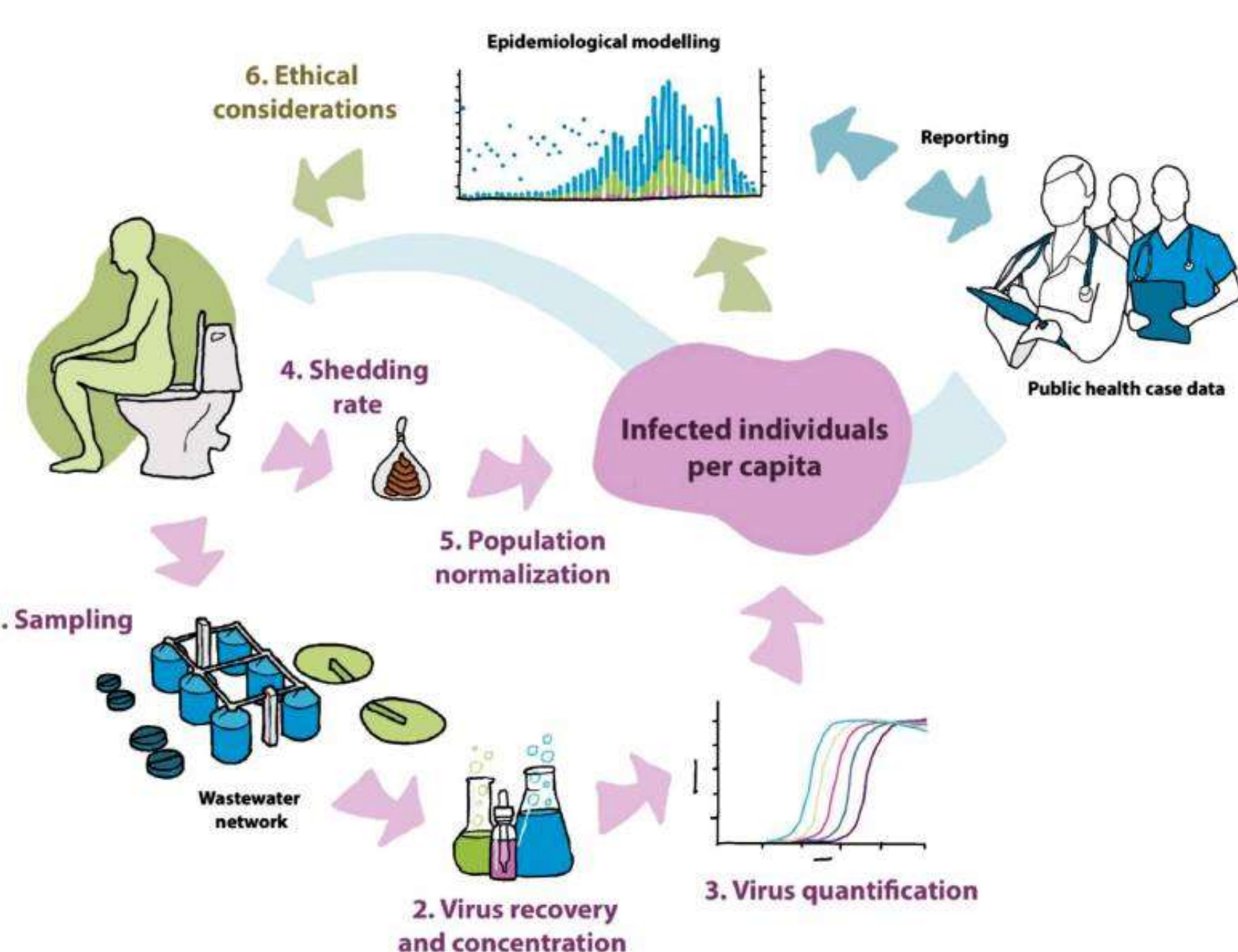
Il trasferimento del virus attraverso il **ciclo dell'acqua** sottolinea il potenziale dell'**epidemiologia basata sulle acque reflue (WBE)**, soluzione complementare ai test clinici per monitorare i cluster SARS-CoV-2, dopo le prime applicazioni di monitoraggio dell'uso di droghe illecite e dei fattori di stile di vita e per i virus enterici.

Grazie alla sua copertura a livello di comunità, alla capacità di "vedere" i pazienti sottostimati e asintomatici e alla sua natura a basso costo, **il WBE è strumento fondamentale nella sorveglianza del COVID-19**. Il suo punto di forza è la capacità di essere **sistema di allerta precoce** nel segnalare la fase iniziale di un focolaio del virus, fattore chiave alla base della sua rapida diffusione. E' metodo imparziale anche con risorse limitate per la diagnosi clinica o sistemi di segnalazione non disponibili o non fattibili.

Wastewater analysis for nicotine, cocaine, amphetamines, opioids and cannabis in New York City



A structured approach to wastewater-based epidemiology (WBE) as used community COVID-19 surveillance. Highlighted factors flag the importance of how wastewater samples must be collected (1), processed, and concentrated (2) to provide exact enough data to combine with shedding data for population normalization. Infected individuals per capita are estimated based on SARS-CoV-2 RNA concentrations in wastewater (3), viral shedding rates per day per person (4), and the contributing population (5). These data are then merged with public health case data for epidemiological modeling with sufficient precision to make community-scale predictions. Ethics (6) also must be considered to avoid stigmatism and media misinterpretation of wastewater monitoring data.



### PREVALENZA:

#### ESPERIENZA GLOBALE SORVEGLIANZA WBE SARS-CoV-2

La **presenza di SARS-CoV-2 nell'ambiente acquatico è un fatto incontrovertibile**, oltre 30 paesi e territori hanno riportato evidenze rilevanti. Rilevamento molecolare di SARS-CoV-2 nelle acque reflue principalmente municipali descritto per la prima volta nei Paesi Bassi, Australia con approccio WBE stima prevalenza delle persone colpite nel bacino (Metodo Monte Carlo).

**SARS-CoV-2 infettiva NON rilevata nelle acque reflue non trattate o trattate.**

**Componenti RNA di SARS-CoV-2 rilevati** in acque reflue e fanghi non trattati nei paesi con segnali di RNA a partire da febbraio e marzo 2020 con proporzionalità diretta. Il solo rilevamento di materiale genetico virale non conferma necessariamente la presenza di un virus infettivo vitale o un rischio di infezione. I frammenti di RNA sono molto più persistenti nelle matrici di liquami rispetto ai virus infettivi.

**Tracciare l'RNA SARS-CoV-2** consente ad autorità locali di giudicare la possibilità di rischio di infezione e di osservare l'efficacia degli interventi di sanità pubblica come l'isolamento sociale obbligatorio per contenere l'epidemia o mitigare la diffusione dell'infezione.

Gli studi aiutano i modelli epidemiologici della **prevalenza di SARS-CoV-2 nelle comunità**. L'accettazione pubblica della sorveglianza delle acque reflue evidenzia le **questioni etiche relative all'accesso di base ai servizi igienico-sanitari, alla privacy e ai diritti**.

L'approccio WBE fornisce informazioni epidemiologiche sulla **prevalenza della malattia in una comunità aggirando la stigmatizzazione individuale della diagnosi clinica**.

Persiste squilibrio numerico di studi nei **paesi sviluppati** e quelli sull'ampio spettro delle comunità sottosviluppate, con risorse limitate e ulteriori potenziali fattori di rischio per la salute umana.

WBE fornisce informazioni precoci sull'insorgenza di COVID-19 nei **paesi in via di sviluppo** in cui le risorse per lo screening clinico completo degli esseri umani sono scarse, e WBE può essere esteso alle fonti di acqua potabile. Gli studi WBE accoppiati a strumenti spaziali e sistemi di informazione geografica mappano potenziali «punti caldi» e «momenti caldi»

### RISPOSTA GIURIDICA EUROPEA SORVEGLIANZA WBE SARS-CoV-2

La **RACCOMANDAZIONE (UE) 2021/472 della COMMISSIONE del 17 marzo 2021** definisce un approccio comune per istituire una sorveglianza sistematica del SARS-CoV-2 e delle sue varianti nelle acque reflue nell'UE.

In Italia **ISS coordina** il progetto di sorveglianza epidemiologica di Sars-Cov-2 attraverso le acque reflue urbane denominato **SARI (Sorveglianza Ambientale Reflue in Italia)** che integra i dati microbiologici ed epidemiologici forniti da Regioni e Province Autonome (PA) e dal Laboratorio Nazionale di Riferimento per SARS-CoV-2 dell'ISS.



<https://covid19.who.int/>



### RILEVAMENTO E MONITORAGGIO EPIDEMIOLOGICO

**Acque reflue come potenziali fonti di dati e fattore di rischio per la salute pubblica:** le cariche virali nelle feci dei pazienti COVID-19 sono variabili, RNA di SARS-CoV-2 di concentrazione paragonabili a molti virus enterici (~10<sup>8</sup> virus per grammo di feci).

RNA SARS-CoV-2 rilevato nelle acque reflue con **diversi metodi di concentrazione:** ultrafiltrazione, precipitazione PEG, assorbimento elettronegativo della membrana seguito da estrazione diretta RNA. Volume di concentrazione dell'acqua uguale o maggiore 200 mL.

**Rilevamento di SARS-CoV-2 basato principalmente su RT-qPCR o RT-PCR nidificata.** Diverse frequenze di campionamento: in date discrete, di routine con un intervallo relativamente stabile, giornaliero.

**Naturale degradazione RNA virale di SARS-CoV-2** presente nelle acque reflue con tasso di decadimento che aumenta con l'aumentare della temperatura delle acque reflue (es:  $T_{90} = 12,6$  giorni in acque reflue non trattate a 25 °C). Risente del cambiamento stagionale della temperatura delle acque reflue e può modificare la stima della prevalenza poiché la maggiore degradazione estiva potrebbe ridurre la carica virale misurata. **Campionamento** in WWTP, oppure a monte in stazioni di pompaggio fognarie e pozzi di manutenzione per migliore copertura e breve viaggio in fogna.

### CONCLUSIONI E PRIORITA' FUTURE

**WBE fornisce una nuova idea per tracciare la fonte di COVID-19 e monitorare la dinamica dell'infezione nella comunità.** L'RNA di SARS-CoV-2 può essere rilevato nelle acque reflue prima dei casi confermati clinicamente, **WBE è strumento sensibile e di allerta precoce per la sorveglianza epidemiologica.**

WBE spinge i paesi a **pianificare ed attuare programmi nazionali di monitoraggio delle acque reflue, strumenti di tracciamento dei virus per integrare gli indicatori di salute pubblica esistenti.** La ricerca e l'applicazione su WBE in COVID-19 necessitano di un **protocollo standardizzato** per rafforzare la scienza della metodologia e promuovere la condivisione delle informazioni, per controllare la pandemia nei paesi a basso e medio reddito e nelle aree rurali remote.

Con il **coinvolgimento diretto dei gestori idrici** una WBE ben strutturata ed integrata con la sorveglianza epidemiologica a carico dei Presidi Sanitari e dei Dipartimenti di Prevenzione del Sistema Sanitario Regionale finalizzata all'identificazione, al tracciamento e all'isolamento dei casi, diventa importante **fattore di protezione delle comunità. Ma non solo. Le direzioni della ricerca** possono esplorare i dettagli della relazione tra COVID-19 e ambiente acquatico e sciogliere alcuni nodi chiave del **ciclo dell'acqua**.

**E' prioritario promuovere la transizione del settore idrico** verso la "quarta rivoluzione" per una gestione più razionale e sostenibile delle risorse idriche. Questa trasformazione incontra e si fonde con la **rivoluzione digitale** che combina la potenza dell'analisi dei big data e degli approcci di intelligenza artificiale per sviluppare nuove funzionalità nella gestione dell'acqua.

**La pandemia di COVID-19 ridefinisce velocemente il NESSO ACQUA-UOMO-DATI.** I cittadini vogliono servizi pubblici forniti secondo i loro valori, preferenze politiche e aspettative etiche. I **gestori idrici** devono dimostrare con sicurezza la qualità dell'acqua fornita e del trattamento delle acque reflue: attraverso strumenti di **machine learning l'acqua può diventare una delle più importanti fonti di informazione della società.**

**La complessità del sistema idrico richiede un approccio volutamente interdisciplinare** e socio-tecnico che non coinvolge solo i processi di ingegneria idrica, ma **anche una dimensione sociale** (es. bisogni e valori sociali come equità, riservatezza dei dati e questioni legali) **che deve riflettersi nella gestione dell'acqua.**

### WBE PIATTAFORMA PROATTIVA DI SCIENZE DELL'ACQUA?!



ARIZONA - TEMPE

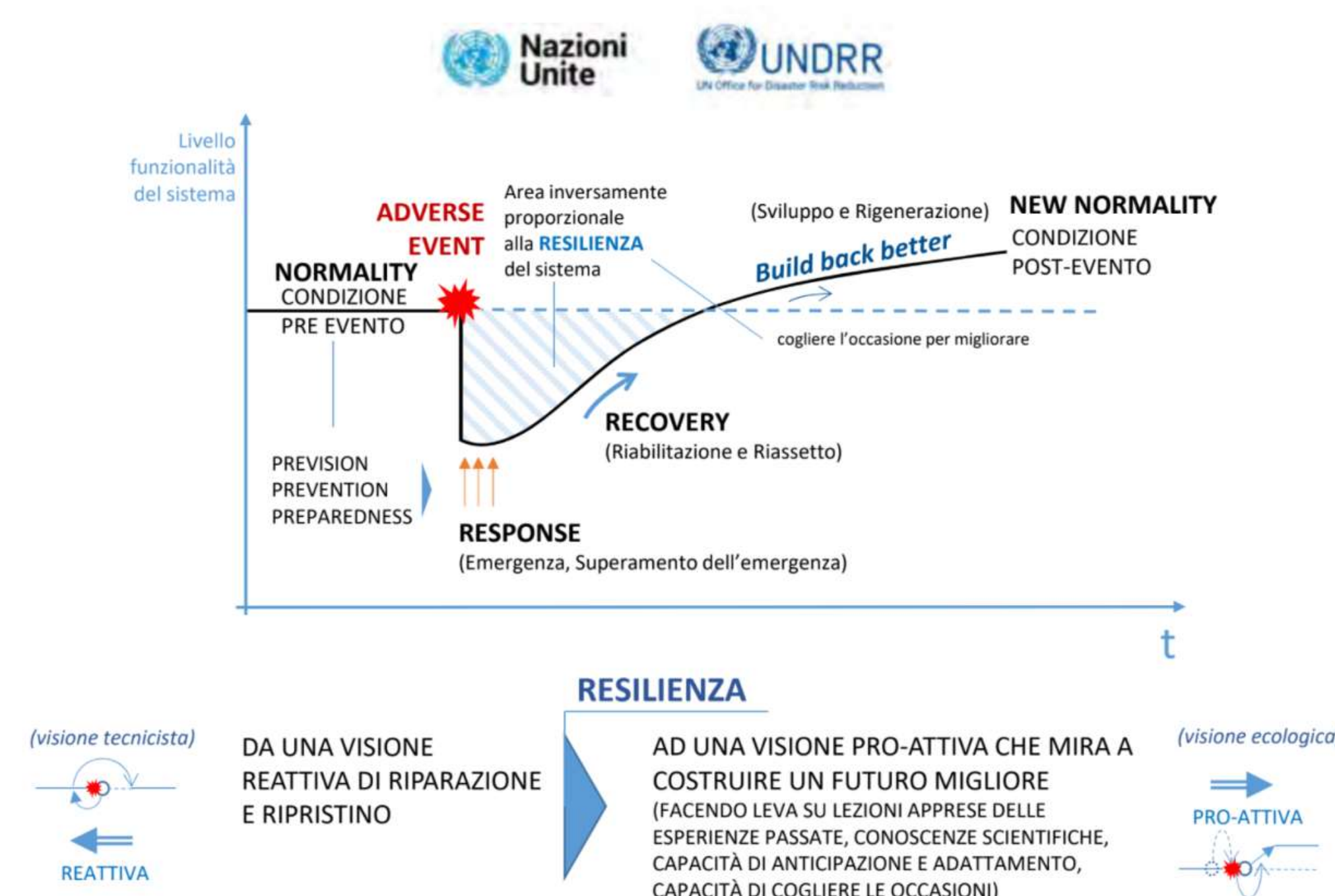


SPAGNA - MADRID

For here am I sitting in a tin can  
Far above the world  
Planet Earth is blue  
And there's nothing I can do...  
SPACE ODDITY  
(David Bowie)



NESSO ACQUA-UOMO-DATI



**RESILIENZA**  
DA UNA VISIONE REATTIVA DI RIPARAZIONE E RIPRISTINO (visione tecnica) AD UNA VISIONE PRO-ATTIVA CHE MIRA A COSTRUIRE UN FUTURO MIGLIORE (FACENDO LEVA SU LEZIONI APPRESSE DELLE ESPERIENZE PASSATE, CONOSCENZE SCIENTIFICHE, CAPACITÀ DI ANTICIPAZIONE E ADATTAMENTO, CAPACITÀ DI COGLIERE LE OCCASIONI) (visione ecologica) PRO-ATTIVA