

DemoUpCARMA & DemoUpStorage – FAQ (versione italiana)

1. Cos'è net-zero e perché è importante raggiungerlo entro il 2050?

La Svizzera si è impegnata a raggiungere l'obiettivo concordato a livello internazionale di limitare il riscaldamento climatico globale ben al di sotto dei 2°C, preferibilmente a 1,5°C, rispetto ai livelli preindustriali, come definito nell'accordo di Parigi. Raggiungere questo obiettivo e, di conseguenza, limitare gli effetti del cambiamento climatico è di grande importanza per la Svizzera. Il riscaldamento globale è causato dall'emissione di gas serra, tra i quali l'anidride carbonica (CO₂) rappresenta la quota maggiore. Per raggiungere l'obiettivo della temperatura globale, le emissioni devono raggiungere un saldo netto pari a zero (net-zero) entro il 2050. Net-zero significa ridurre le emissioni di gas serra il più vicino possibile allo zero e compensare quelle emissioni di CO₂ difficili da abbattere (v. Q 5).

2. Qual è la differenza tra CO₂ fossile, biogenica e atmosferica?

La CO₂ atmosferica è la CO₂ che è stata rilasciata nell'atmosfera e quindi provoca l'aumento della temperatura globale. La CO₂ atmosferica può essere di diversa origine. Nel contesto climatico net-zero, viene fatta una distinzione tra CO₂ fossile e biogenica.

La CO₂ fossile viene emessa tramite combustione di risorse fossili, come carbone, petrolio o gas. La CO₂ fossile è stata intrappolata sottoterra per milioni di anni. Bruciando combustibili fossili, questa grande quantità di CO₂ precedentemente stoccata viene rilasciata nell'atmosfera. Inoltre, altri impianti industriali e chimici, come per esempio i cementifici, emettono CO₂ fossile.

La CO₂ biogenica è la CO₂ emessa tramite la combustione o la decomposizione di materiale organico (biomassa come compost, legna bruciata o fanghi di depurazione) che ha assorbito la CO₂ dall'atmosfera tramite la fotosintesi.

3. Qual è la differenza tra CCS, CCUS e CCTS?

CCS sta per **Carbon Dioxide Capture and Storage (cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica)**. CCS si riferisce alla cattura di CO₂ da fonti di emissione puntuale, come termovalorizzatori, impianti chimici o cementifici, e allo stoccaggio permanente in formazioni geologiche sotterranee o in materiali da costruzione (es. calcestruzzo). La fonte della CO₂ così catturata può essere di origine fossile o biogenica (v. Q 2).

In DemoUpCARMA, ci concentriamo e distinguiamo due approcci CCS specifici, denominati **CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage, cattura, utilizzo e stoccaggio dell'anidride carbonica)** e **CCTS (Carbon dioxide Capture, Transport and Storage, cattura trasporto e stoccaggio dell'anidride carbonica)**. In questi due acronimi vengono aggiunte le lettere "U" e "T" per enfatizzare le componenti di "utilizzo" e "trasporto" di questi due approcci.

CCUS prevede due fasi: (i) cattura di CO₂ da fonti di emissione puntuali, (ii) utilizzo di CO₂ come materia prima per produrre una gamma di prodotti, come calcestruzzo, metanolo, etanolo, carbonati, plastica ecc. DemoUpCARMA studia un percorso CCUS che ottimizza lo stoccaggio permanente di CO₂ nei materiali da costruzione, ovvero il riciclaggio del calcestruzzo. In DemoUpCARMA, viene studiato e dimostrato un pilota CCUS, in cui la CO₂ biogenica catturata da un impianto di produzione di biogas viene utilizzata e immagazzinata nel calcestruzzo che viene quindi utilizzato come materiale da costruzione.

Allo stesso modo, il CCTS prevede tre fasi: (i) cattura di CO₂ da fonti di emissione puntuali, (ii) trasporto di CO₂ su camion, treno, nave/chiatta o condotta e (iii) stoccaggio permanente di

CO₂ in un bacino geologico. In DemoUpCARMA, viene studiato e dimostrato un pilota CCTS, in cui la CO₂ biogenica catturata da un impianto di produzione di biogas viene trasportata dalla Svizzera all'Islanda, dove viene disciolta in acqua di mare e immagazzinata sottoterra in una formazione basaltica.

Se gli approcci CCUS o CCTS si basano su CO₂ fossile (ad es. CO₂ catturata da un impianto chimico), si evitano le emissioni di CO₂. Al contrario, se gli approcci CCUS o CCTS si basano su CO₂ biogenica (es. CO₂ catturata da un impianto di biogas), si generano emissioni negative (rimozione di CO₂). In quest'ultimo caso, l'applicazione CCUS o CCTS verrebbe classificata come una tecnologia a emissioni negative (NET; per i dettagli, vedere Q4). Questo vale anche per i due piloti DemoUpCARMA descritti sopra.

4. Che cos'è NETs?

NETs sta per **negative emission technologies (tecnologie a emissioni negative)**. NETs comprendono tutte le soluzioni artificiali che rimuovono permanentemente la CO₂ dall'atmosfera, comprese le soluzioni di gestione del paesaggio come la gestione del suolo e il rimboschimento. Questo processo è anche chiamato rimozione dell'anidride carbonica (CDR). Le soluzioni principalmente discusse, sviluppate e implementate sono il carbone vegetale, apporto di carbonio nel suolo, rimboschimento e ricostruzione boschiva, utilizzo della bioenergia con cattura e stoccaggio permanente di CO₂ (BECCS) e cattura diretta dall'aria e stoccaggio permanente di CO₂ (DACCS). Quando la CO₂ biogenica viene rimossa in modo permanente dall'atmosfera tramite NET, vengono generate emissioni negative.

Ulteriori informazioni possono essere trovate qui: <https://www.carbon-removal.ch/cdr-methods/> o qui: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/rimozione-e-sequestro-di-co2.html>.

5. Perché CCS e NETs sono necessari per la Svizzera?

Secondo la strategia climatica a lungo termine della Svizzera, le rimanenti emissioni di gas serra, difficilmente abbattibili, provenienti dall'industria, dalla gestione dei rifiuti e dell'agricoltura ammontano a circa 12 milioni di tonnellate di CO₂ equivalenti. Queste possono essere compensate da CCS o NET. Circa 5 milioni di tonnellate di queste emissioni di CO₂ saranno ridotte dalle emissioni delle grandi fonti industriali tramite CCS. I restanti 7 milioni di tonnellate all'anno saranno compensati tramite NET come la produzione di bioenergia con cattura e stoccaggio permanente di CO₂ (BECCS) e cattura diretta dall'aria e stoccaggio permanente di CO₂ (DACCS).

6. Da dove proviene la CO₂ catturata in DemoUpCARMA?

Per entrambi i progetti pilota (vedi Q3), la CO₂ biogenica verrà catturata dall'impianto di trattamento delle acque reflue ARA Berna, dove il biogas viene generato e trasformato in biometano. Al momento, la CO₂ viene quindi separata e rilasciata nell'atmosfera. Catturando e immagazzinando questa CO₂ come in DemoUpCARMA, si generano emissioni negative.



7. Quanto è sicuro stoccare la CO₂ catturata nel cemento?

L'anidride carbonica viene mineralizzata nel calcestruzzo. In questo modo, la CO₂ si lega con l'aggregato di calcestruzzo e viene quindi immagazzinata in forma solida. Questa è considerata una tecnica di stoccaggio sicura.

8. Cosa succede con la CO₂ immagazzinata nel calcestruzzo quando un edificio viene demolito?

La vita media dei moderni edifici svizzeri è di circa 70-100 anni a seconda del loro utilizzo. In generale, il calcestruzzo può essere riciclato e riutilizzato anche dopo la carbonatazione. In ogni caso, una volta che la CO₂ è mineralizzata nel calcestruzzo, vi rimane indefinitamente anche quando l'edificio viene smantellato.

9. In quali condizioni viene catturata e trasportata la CO₂ in DemoUpCARMA?

Il biogas dell'impianto di trattamento delle acque reflue ARA Bern è costituito da una miscela di gas metano (60%) e CO₂ (40 vol%), che deve essere separata per ottenere metano ad elevata purezza, il cosiddetto biometano. Dopo essere stata catturata, la CO₂ viene condizionata allo stato liquido. La CO₂ liquida viene quindi caricata in contenitori ISO dedicati (o ISOtainer, vedi Q10) e trasportata al sito di stoccaggio a condizioni di -35°C e massimo 22 bar.

10. Come viene trasportata la CO₂ in Islanda nel progetto pilota CCTS?

Dopo aver catturato la CO₂ presso l'impianto di trattamento delle acque reflue ARA Berna, la CO₂ viene liquefatta e caricata su ISOtainer portatili isolati sottovuoto, che possono mantenere la CO₂ allo stato liquido fino al punto di consegna (cioè il sito di stoccaggio). Gli ISOtainer vengono trasportati via camion dal sito di cattura alla stazione ferroviaria di Weil am Rhein (circa 100 km). Da lì, gli ISOtainer vengono trasportati prima tramite treno fino a Rotterdam (ca.

800 km) e poi via nave fino a Reykjavik (ca. 2200 km). Una volta consegnati a Reykjavik, gli ISOtainer vengono trasferiti al sito di iniezione tramite camion.

Un container cisterna ISO o ISOtainer è progettato per il trasporto di liquidi non pericolosi e pericolosi tramite camion, nave o ferrovia in modo sicuro. L'abbreviazione ISO sta per "organizzazione internazionale per la standardizzazione".



11. Come viene stoccata la CO₂ nel sottosuolo nel progetto pilota DemoUpCARMA/DemoUpStorage CCTS?

Per il progetto pilota DemoUpCARMA, la CO₂ catturata viene disciolta in acqua di mare e iniettata in rocce basaltiche (una formazione rocciosa reattiva) per lo stoccaggio minerale permanente. DemoUpStorage monitora sia la risposta del sottosuolo islandese all'iniezione di CO₂ disciolta in acqua di mare, sia il processo di mineralizzazione.

Questo metodo di stoccaggio è già stato implementato utilizzando acqua dolce: una volta iniettata, l'acqua contenente CO₂ disciolta reagisce con la formazione rocciosa del sottosuolo, rilasciando calcio, magnesio e ferro. Nel tempo, questi elementi si combinano con la CO₂ disciolta per formare carbonati stabili.

Ciò differisce da altri metodi di stoccaggio della CO₂ che iniettano CO₂ nei bacini sotterranei, come i bacini sedimentari, dove la CO₂ è fisicamente intrappolata in rocce porose al di sotto di una roccia impermeabile.

12. Perché la CO₂ viene stoccata in Islanda invece che in Svizzera per il progetto pilota CCTS?

Il potenziale di immagazzinamento di CO₂ nelle formazioni di stoccaggio geologico è stato studiato nell'ambito del progetto [SCCER-SoE](#) (Centro di Competenza Svizzero per la Ricerca Energetica - Approvvigionamento Elettrico) e del progetto di ricerca internazionale [ELEGANCY](#). Le ricerche condotte nell'ambito di questi progetti hanno dimostrato che le prime stime del potenziale di stoccaggio geologico in Svizzera sono limitate. Inoltre, lo sviluppo di un progetto di stoccaggio in Svizzera richiederà diversi anni. Di conseguenza, è importante esplorare opzioni di stoccaggio alternative all'estero.

L'Islanda possiede sia caratteristiche geologiche favorevoli (formazioni basaltiche) sia il know-how e l'esperienza necessari per stoccare la CO₂ nel sottosuolo. In DemoUpCARMA, Carbfix

implementerà e gestirà il sistema di iniezione di CO₂. L'azienda islandese è pioniera nello stoccaggio di CO₂ nei basalti dal 2012 e ha dimostrato che la CO₂ può mineralizzarsi entro pochi anni dall'iniezione trasformandosi in roccia. DemoUpCARMA, insieme ai progetti partner DemoUpStorage e CO₂SeaStone, mira a dimostrare la fattibilità dell'iniezione di CO₂ disciolta in acqua di mare per lo stoccaggio minerale permanente. L'utilizzo dell'acqua di mare al posto dell'acqua dolce dovrebbe ridurre l'impatto ambientale della tecnologia di stoccaggio, in particolare la sua impronta idrica, e consentirne l'implementazione in mare aperto, permettendo di accedere così ad una maggiore capacità di stoccaggio a livello mondiale.

DemoUpCARMA valuta anche l'impronta ecologica di questa opzione, vedi Q16.

13. È sicuro stoccare la CO₂ nel sottosuolo?

I rischi legati allo stoccaggio sotterraneo della CO₂ dipendono dalla formazione geologica selezionata e dalla procedura scelta. Finora lo stoccaggio di CO₂ su scala commerciale ha riguardato acquiferi salini profondi o giacimenti di petrolio e gas esauriti. Attualmente esistono circa 30 progetti operativi in tutto il mondo che immagazzinano la CO₂ in queste formazioni, mentre altri 100 progetti sono in fase di pianificazione. Questi progetti di successo dimostrano che uno stoccaggio sotterraneo di CO₂ correttamente progettato e gestito è sicuro, ma ogni progetto deve essere accompagnato da una valutazione dei rischi dettagliata e specifica per il progetto. Due dei rischi che devono essere attentamente valutati nei progetti di stoccaggio in acquifero sono il rischio di fuoriuscita attraverso la formazione geologica o i pozzi esistenti e il rischio di sismicità indotta (vedi Q14) e/o di deformazione superficiale.

In DemoUpCARMA e nei progetti partner DemoUpStorage e [CO₂SeaStone](#), per lo stoccaggio viene utilizzata una formazione di rocce basaltiche a 300-500 m di profondità. Questa tecnologia promossa da Carbfix si differenzia dagli approcci sopra descritti e offre potenzialmente diversi vantaggi in termini di sicurezza.

- La CO₂ viene disciolta in acqua di mare e iniettata a basse pressioni in formazioni altamente permeabili e già sature di fluidi. Data la bassa profondità e al fatto che l'iniezione non richiede sovrapressioni sostanziali, il rischio di sismicità indotta è basso.
- Il rischio di fuoriuscita è inoltre minore rispetto all'iniezione come fluido supercritico (la pratica attuale nei progetti in corso), perché la CO₂ è disciolta in acqua.
- Infine, i processi di mineralizzazione della CO₂ disciolta in acqua e iniettata nei basalti hanno dimostrato in esperimenti di laboratorio di essere molto più rapidi rispetto all'iniezione in acquiferi salini profondi in strati sedimentari. Nei basalti, la CO₂ si mineralizza in carbonati e quindi viene stoccata in modo permanente entro pochi anni, un processo che richiede centinaia o migliaia di anni in altre opzioni di stoccaggio.

Uno degli obiettivi principali di DemoUpStorage è osservare in-situ i processi di propagazione e mineralizzazione del fluido con tecniche di monitoraggio geofisico e geochimico. Questo fornirà input importanti e indipendenti per le valutazioni di rischio e sicurezza, le strategie di monitoraggio e l'up-scaling di futuri progetti di sequestro.

14. Qual è il rischio sismico del giacimento sotterraneo in Islanda?

La sismicità indotta è stata osservata come conseguenza della produzione di petrolio e gas, di progetti geotermici, di attività minerarie o di dighe idrauliche. La sismicità indotta legata allo stoccaggio di CO₂ rappresenta un rischio in sé (lo scuotimento vero e proprio), ma un terremoto può potenzialmente anche creare percorsi di fuoriuscita e influenzare negativamente l'accettazione da parte dell'opinione pubblica dei progetti CCS, soprattutto quelli onshore.

Finora sono stati riportati solo pochi casi di sismicità indotta di lieve entità legati allo stoccaggio di CO₂ in acquiferi salini o in serbatoi esauriti, e nessuno relativo allo stoccaggio nei basalti. In Islanda, il rischio di terremoti indotti quando si inietta CO₂ disciolta in acqua di mare è molto basso, grazie alla scarsa profondità di iniezione e alle basse sovrappressioni. Tuttavia, il SED sta installando una rete di sensori sismici in prossimità del sito di iniezione, in grado di osservare micro-terremoti fino a circa 0,5 di magnitudo.

15. Chi controlla l'iniezione di CO₂ del pilota CCTS in Islanda?

In qualità di responsabile del sito di iniezione, Carbfix ed EAWAG, uno dei partner di DemoUpStorage, effettueranno un monitoraggio chimico e del flusso di CO₂ utilizzando pozzi dedicati per determinare l'efficienza della mineralizzazione di CO₂ post-iniezione. Inoltre, nell'ambito di DemoUpStorage, il Servizio Sismologico Svizzero del Politecnico di Zurigo installerà una rete di monitoraggio sismico (vedi domanda 14) per controllare la sismicità. DemoUpStorage effettuerà anche misurazioni geofisiche tra i pozzi, con l'obiettivo di osservare la migrazione e potenzialmente la mineralizzazione della CO₂ iniettata.

16. Qual è l'impatto ambientale totale dei due piloti?

Per valutare gli impatti ambientali e l'impronta ecologica effettiva e finale di entrambi i progetti pilota, sarà condotta una valutazione del ciclo di vita associato ad entrambi. Verrà quindi valutata l'intera catena, dalla cattura al trasporto, fino all'utilizzo o allo stoccaggio della CO₂. Ciò include, ad esempio, l'energia necessaria per trasportare e stoccare la CO₂ nel sottosuolo.