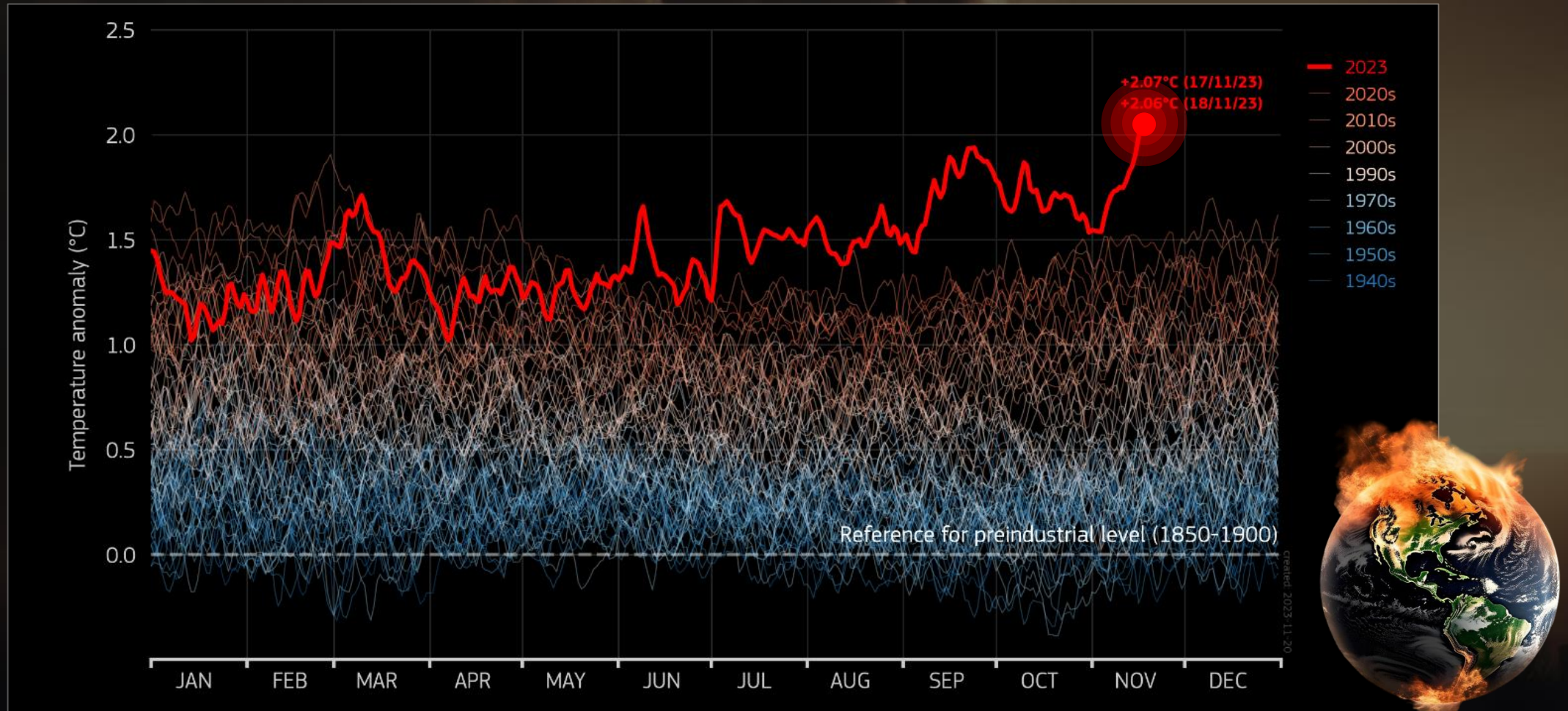




심각한 지구온난화, 이산화탄소로 인해 **지구의 대기 온도는 매년 최고치를 갱신하고** 있습니다.



기후위기는 서서히 누적되어 재난으로 우리의 삶을 무너뜨립니다.



대한민국 영토 면적의  
토지가 손실된

**캐나다 산불**



100년에 한 번 있을 폭우로  
11만명이 대피한

**중국 남부 폭우**



1년 치 비가 12시간동안 내려  
도시가 물에 잠긴

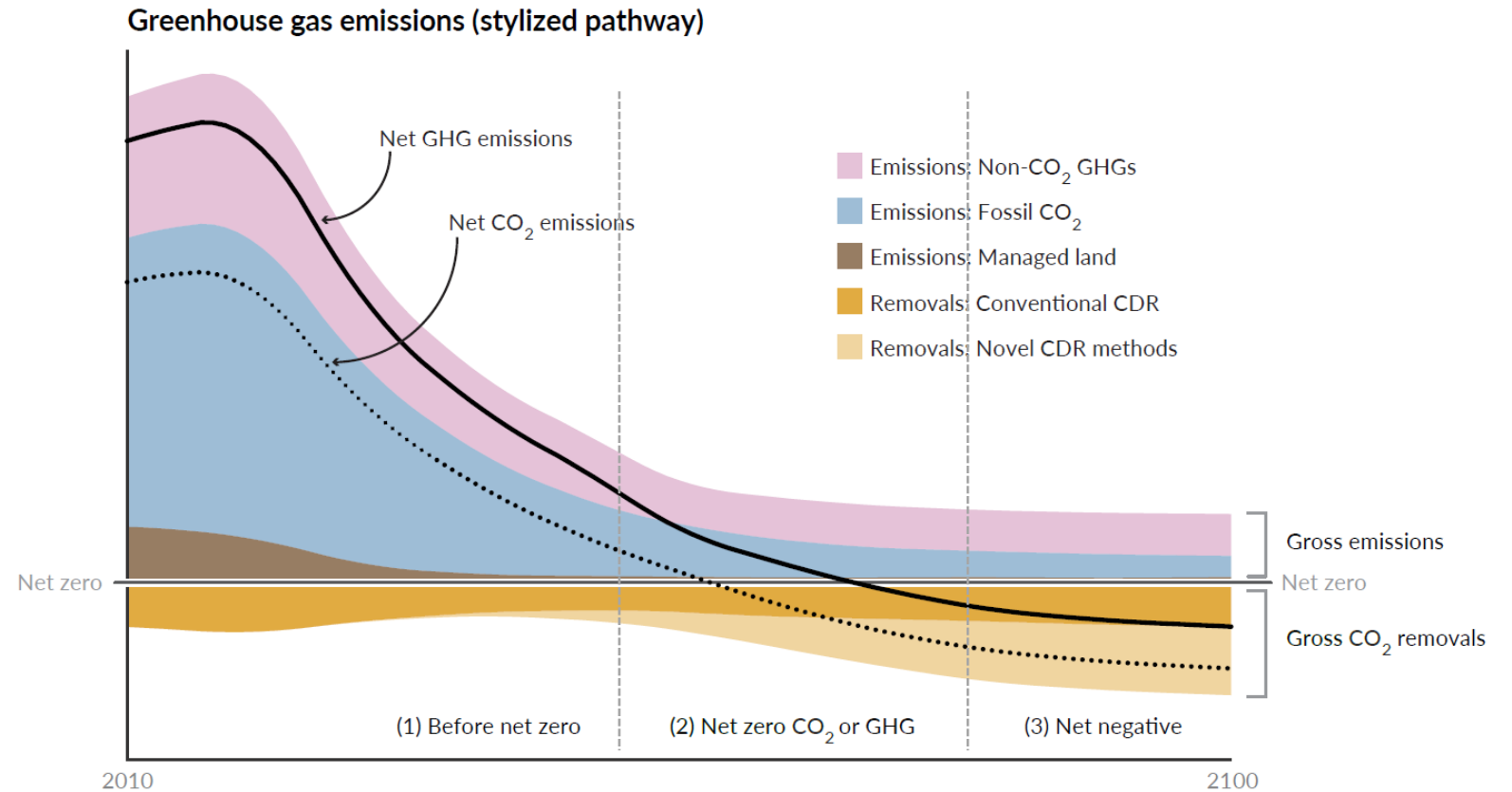
**두바이 폭우**

전 세계에서 나타나는 기후 위기, 더 이상 먼 미래의 이야기가 아닙니다.

탄소 제거 기술(Carbon Dioxide Removal, CDR)에 대한 관심이 높아지고 있습니다.

## 탄소 감축 시나리오 내 CDR의 역할

- (1) 단기: CDR이 순배출량 감소에 도움
- (2) 중기: CDR이 순제로 달성에 도움
- (3) 장기: net-negative 유지



탄소 제거 기술(CDR)은 다음과 같은 원칙을 따릅니다.

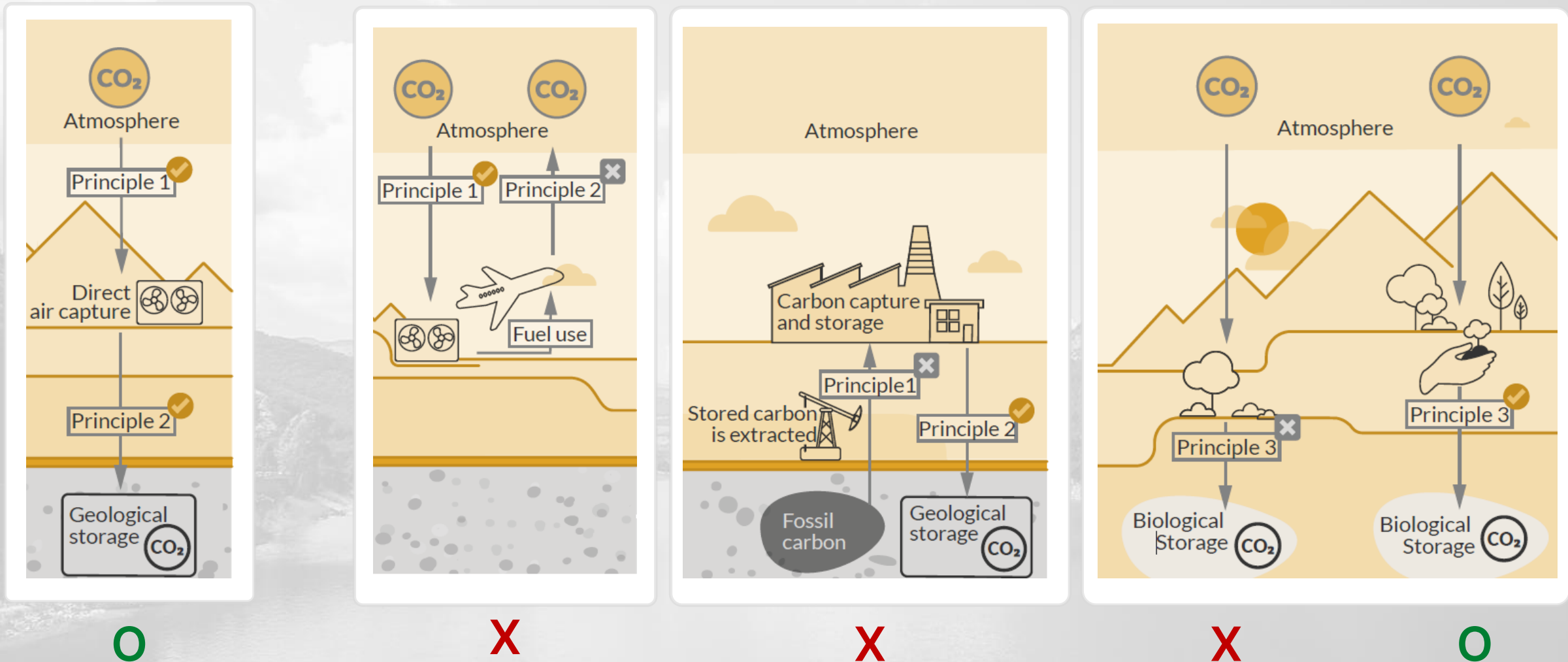
**원칙 1** 포집된 CO<sub>2</sub>는 화석 연료 에너지원이 아닌 대기에서 나와야 합니다  
The CO<sub>2</sub> captured must come from the atmosphere, not from fossil sources

**원칙 2** 이후의 저장은 CO<sub>2</sub>가 곧바로 대기 중으로 재방출되지 않도록 내구성이 있어야 합니다  
The subsequent storage must be durable, such that CO<sub>2</sub> is not soon reintroduced to the atmosphere

**원칙 3** 제거는 자연의 순리를 넘어 인간의 개입으로 이루어져야 합니다  
The removal must be a result of human intervention, additional to the Earth's natural processes

# 탄소 제거 기술(CDR)은 다음과 같은 원칙을 따릅니다.

Source. The State of Carbon Dioxide Removal (2024)



2050년까지 **DAC**를 포함한 **CDR 기술**이 기후 위기 해결에 지배적일 것이라고 예측합니다.

자연 기반 솔루션

기술 기반 솔루션



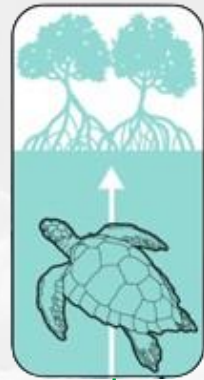
습지 및 이탄지  
복원



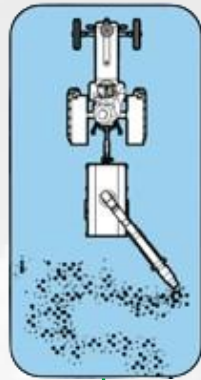
경작지, 초지  
및 농업



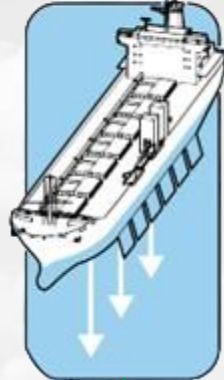
재조림



블루 카본



바이오차 및  
바이오오일



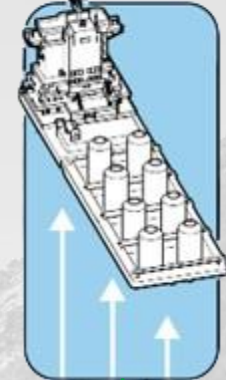
해양 알칼리도  
증진



강화된 풍화  
(Enhanced Rock  
Weathering)



바이오에너지 및  
탄소 포집  
(BECCS)

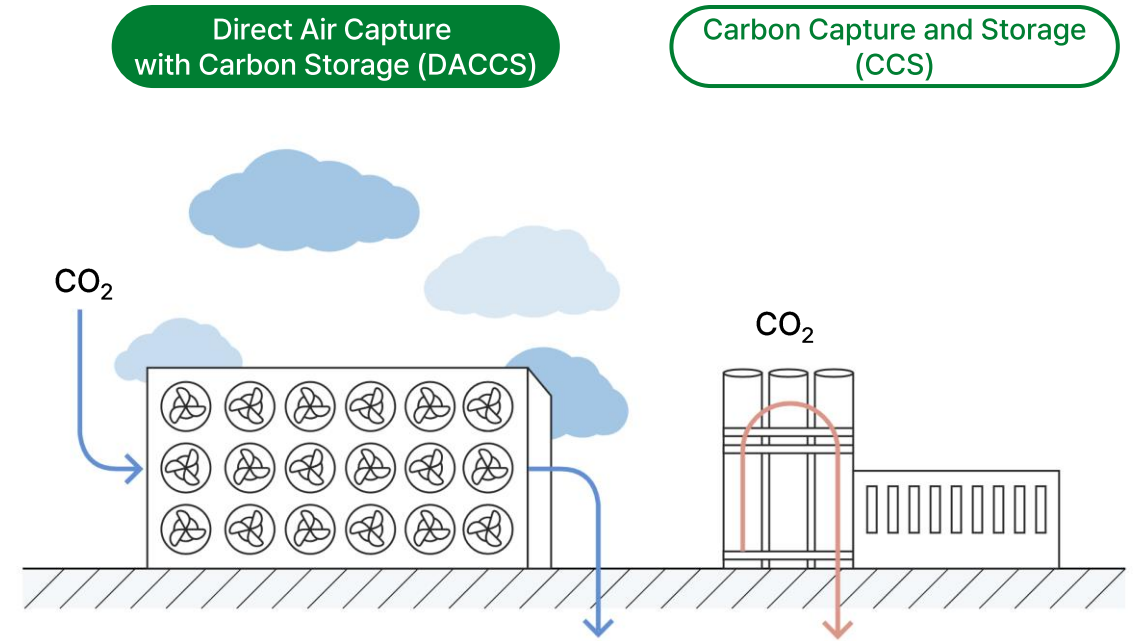


직접 해양 포집  
(DOC)



직접 공기 포집  
(DAC)

# CDR의 대표적인 기술인 **직접공기포집(Direct Air Capture, DAC)**기술은 무엇일까요?



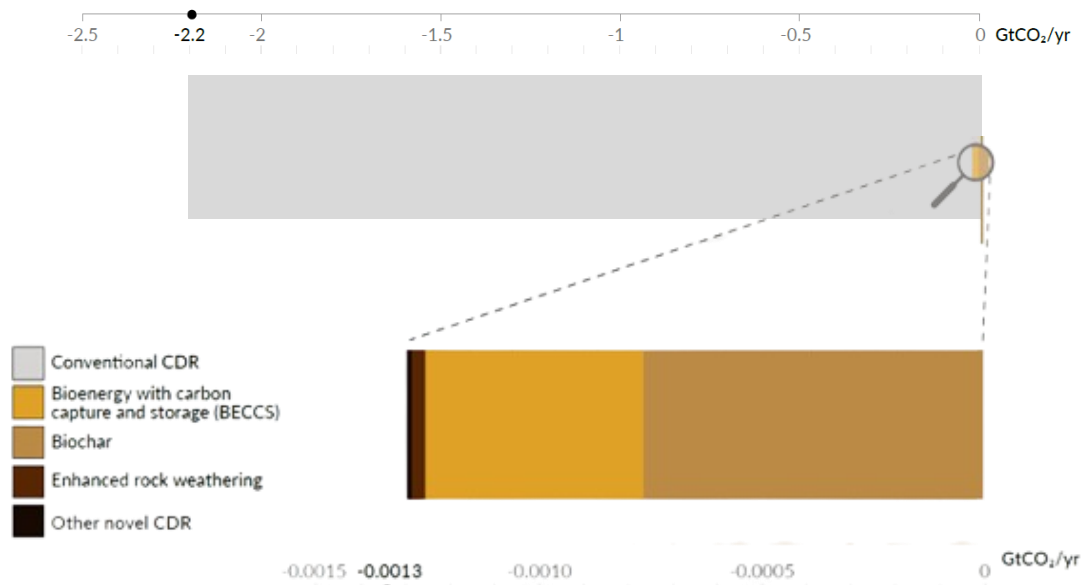
Source. Climeworks



2050년까지 **DAC**를 포함한 **CDR 기술**이 기후 위기 해결에 지배적일 것이라고 예측합니다.

### 올해, 전체 CDR 중 **고내구성 CDR**은 **0.1% 미만**

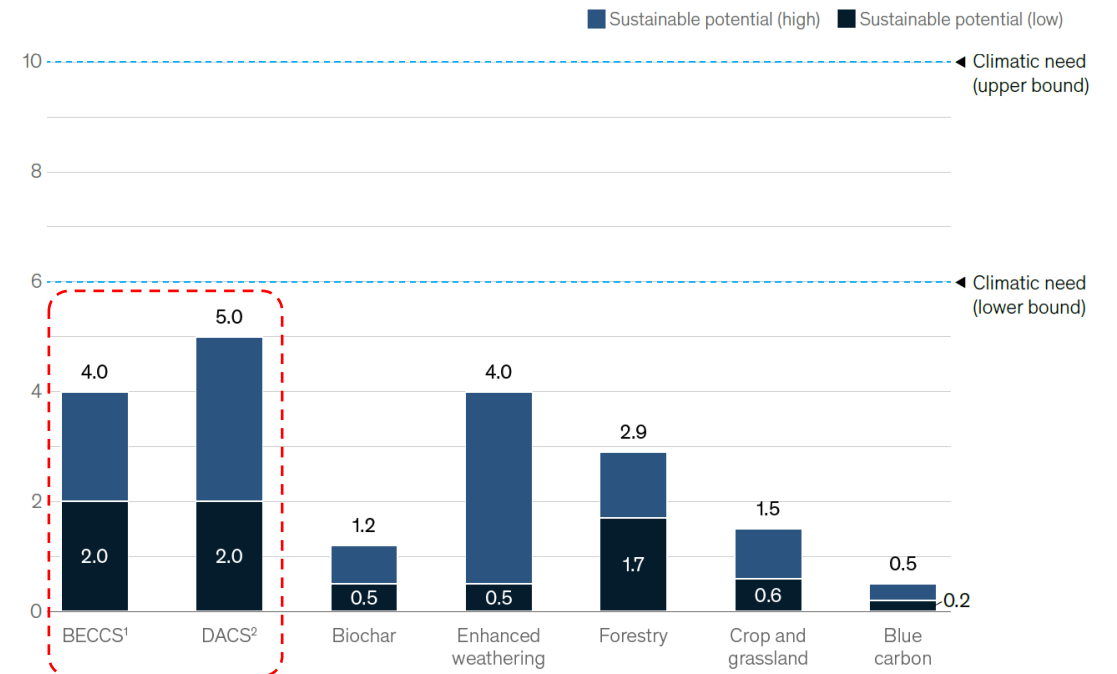
Total amount of carbon dioxide removal, split into conventional and novel methods (GtCO<sub>2</sub>/yr)



Source. The State of Carbon Dioxide Removal (2024)

### 2050년 기준, **고내구성 CDR** 예상 포트폴리오

Sustainable potential of CO<sub>2</sub> removal (CDR) solutions by 2050, metric gigatons (Gt) of CO<sub>2</sub> per annum



Source. Carbon Removals. McKinsey Sustainability (2023)

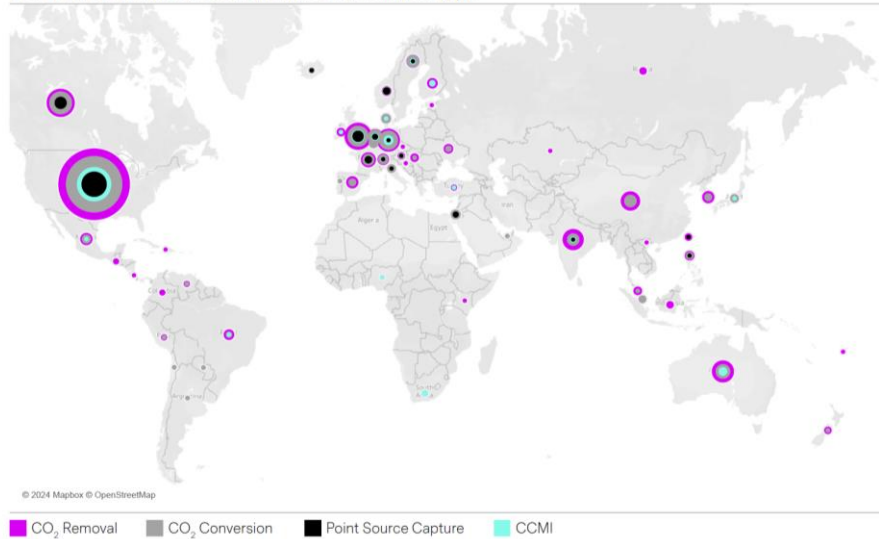
해외 IT 기업을 주축으로 DAC 기술에 대한 투자 및 Credit 구매가 이루어지고 있습니다.

### CDR 관련 기업 관련 Index

Companies

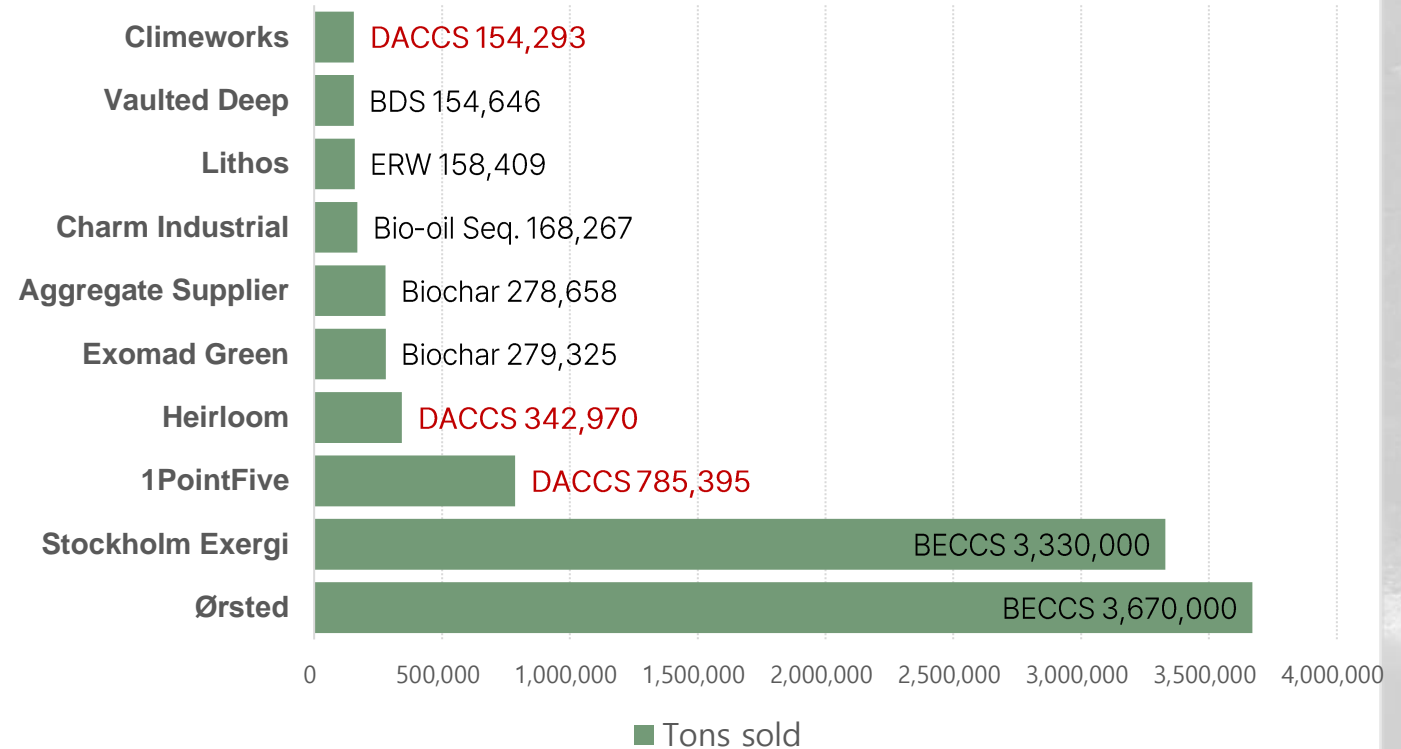
Number of Companies	Countries Represented	Reported Capital Raised to Date
<b>997</b>	<b>55</b>	<b>\$25.4B</b>

Location of All Innovators In the Index by Solution Type



Source. Circular Carbon Market Report (2024)

### TOP 10 CDR 공급 기업



Source. CDR. FYI (2024)

해외 IT 기업을 주축으로 DAC 기술에 대한 투자 및 Credit 구매가 이루어지고 있습니다.

### Top 10 구매자 (by June, 2024)

(tCO<sub>2</sub>)



Source. CDR. FYI (2024)



일론 머스크가 1,400억원의 상금을 건 대회와 미국 IRA 혜택 등이 **DAC 개발**을 가속화하고 있습니다.

# \$100M PRIZE FOR CARBON REMOVAL

PHASE | Active



XPRIZE  
CARBON  
REMOVAL

MUSK FOUNDATION



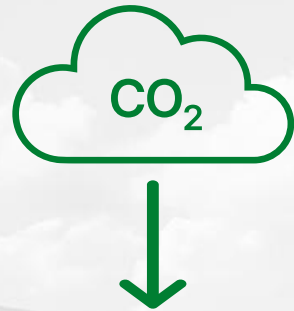
“우리는 팀들이 Gigaton 수준에서 측정 가능한 영향을 미칠 수 있는 실제 시스템을 구축하기를 원합니다.  
무엇이든 필요하다면 그렇게 하세요. 시간이 매우 중요합니다.”

We want teams to build real systems that can make a measurable impact at a gigaton level. Whatever it takes. Time is of the essence.

DACCS 기술은 다음과 같은 **제약**을 충족시켜야 하는 어려움이 있습니다.



**에너지 집약성**



**이산화탄소  
저장 제약**

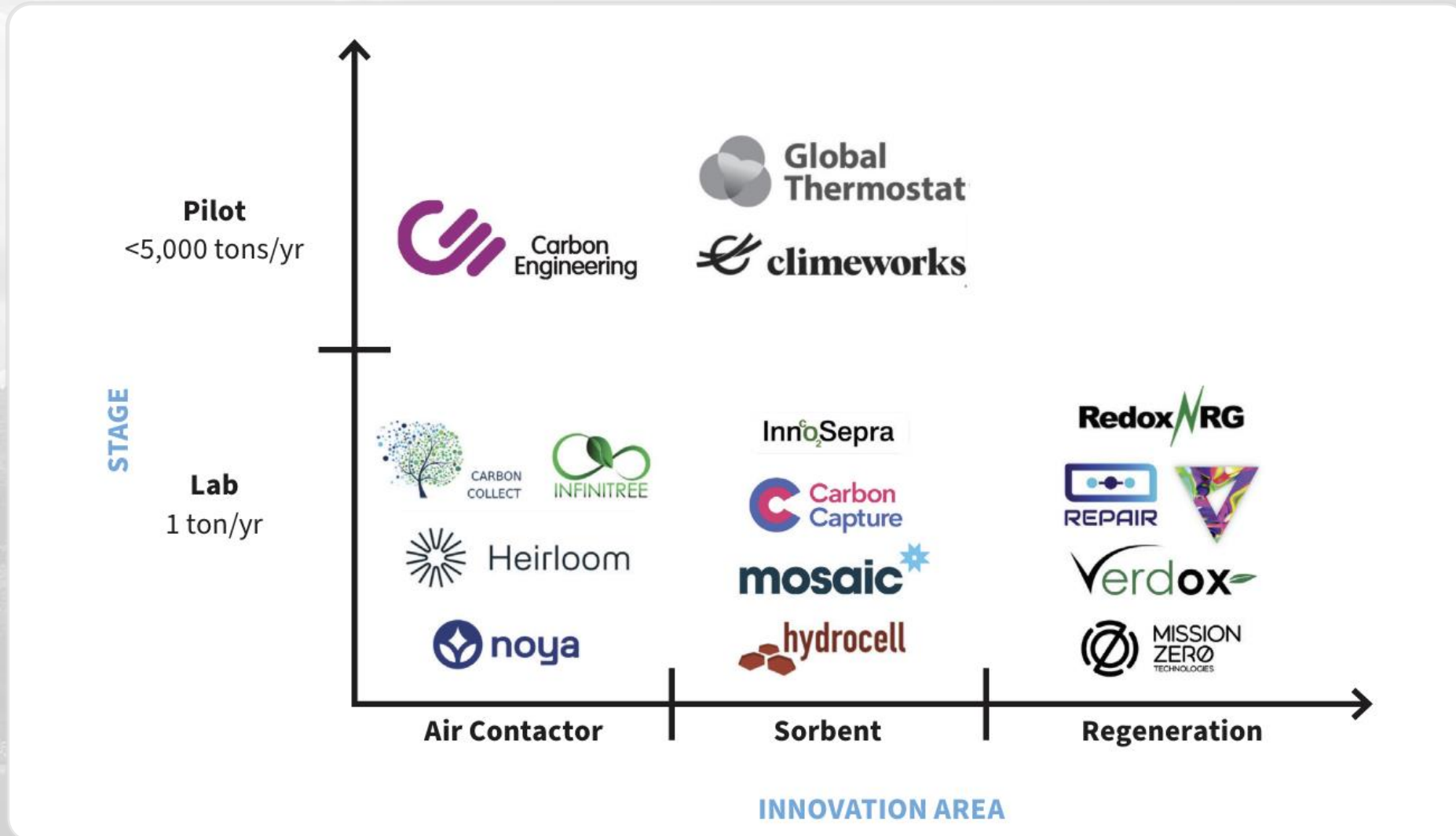


**높은 가격**



**지역 사회와  
협력 및 소통**

DAC를 상용화하기 위해 **다양한 방식**의 솔루션이 제안되고 있습니다.





회사명 클라임웍스

설립년도 2009

누적 투자금 1.1 조원

대표 기술 Solid Sorbent

에너지 요구량 ~ 7.5 GJ/ton

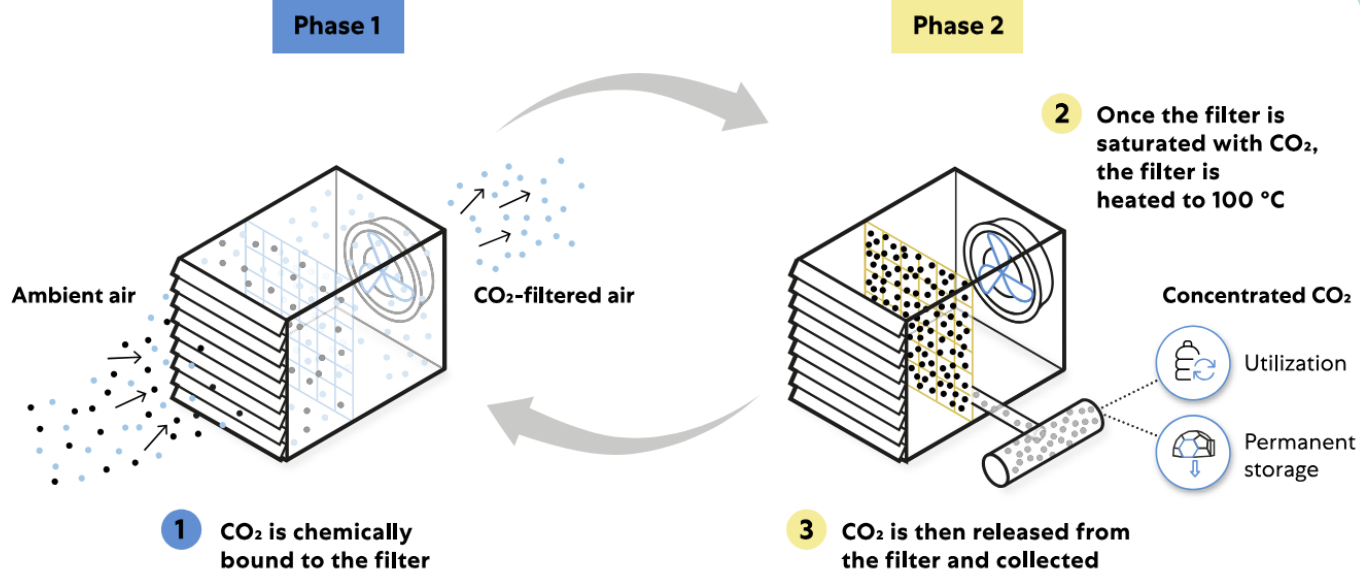
CDR 판매량 약 150,000 톤

### 장점

- 순수한 물 생산 가능
- 자본 집약도가 낮음
- 저탄소 에너지에만 의존하여 운영 가능
- 새로운 기술로서 비용 절감 가능성이 높음

### 단점

- 높은 에너지 집약도
- 흡착제 교체를 위한 유지보수 필요



900 ton per year

2017



**Capricorn** was Climeworks' first direct air capture plant on an industrial scale.

2017



**Arctic Fox** Our first facility in Iceland marked the beginning of permanent and safe carbon dioxide removal via direct air capture.

4,000 ton per year

2021



Located in Iceland, **Orca** is the world's first large-scale carbon dioxide removal plant.

36,000 ton per year

2024



### Mammoth Plant

- Climeworks의 두 번째이자, **세계 최대 크기 DACCS 상업 공장**
- 연간 **36,000 tCO<sub>2</sub>** 포집 가능하며, 이는 Orca Plant 의 9배 수준
- **현재 톤당 CO<sub>2</sub> 제거 가격 약 \$1,000**
- 포집된 CO<sub>2</sub>는 물에 용해된 상태로 현무암 기반암에 주입된 후 결정화 되어 영구적으로 격리됨.
- 공장 가동에 필요한 전기는 인근 지 열발전소로부터 공급

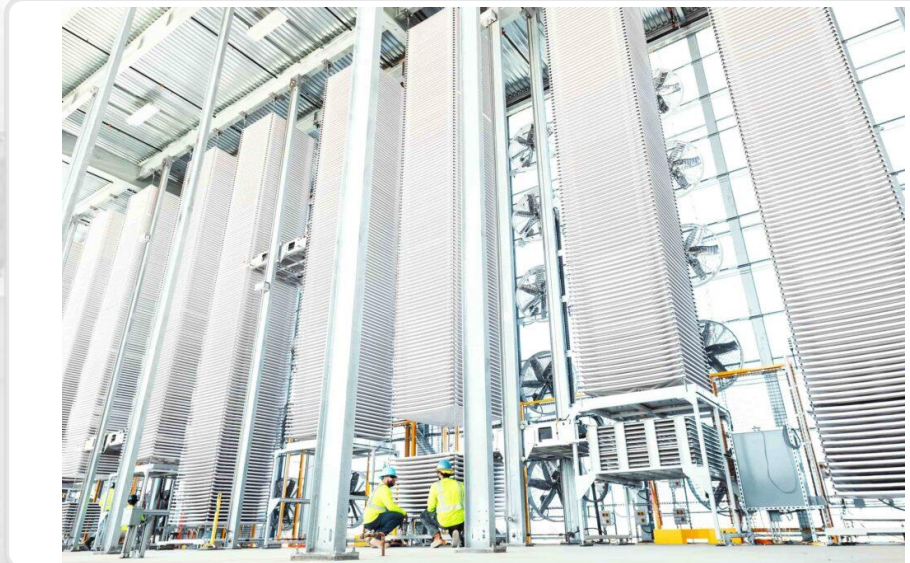
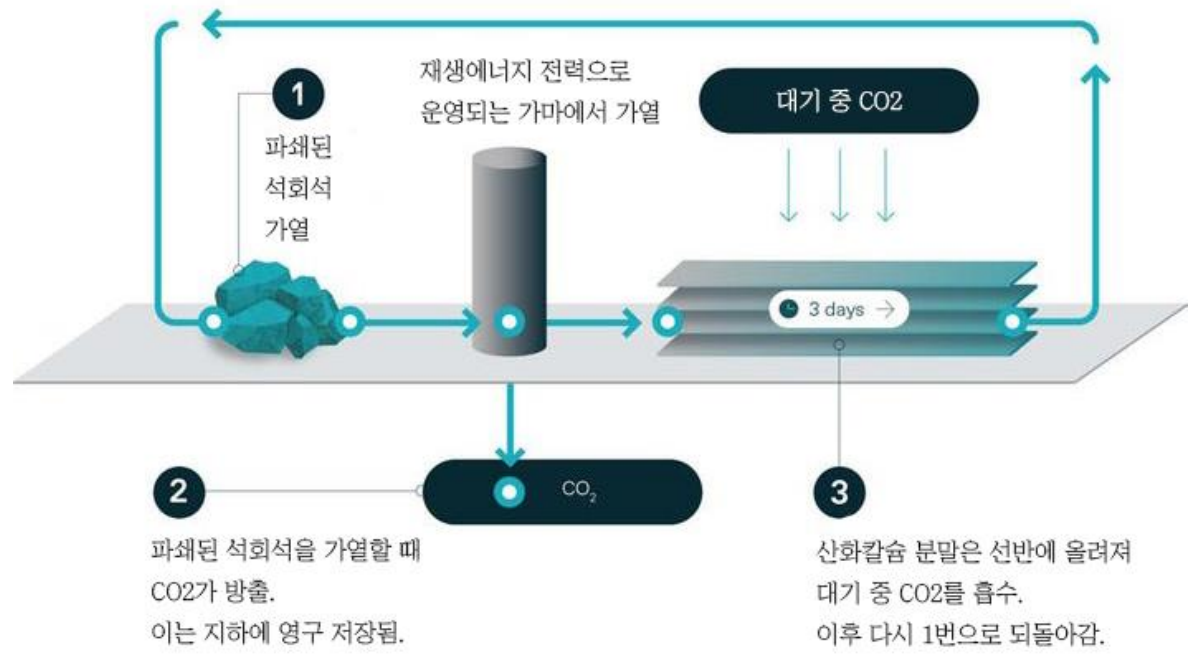




<b>회사명</b>	에어룸	<b>대표 기술</b>	Mineralization
<b>설립년도</b>	2020	<b>에너지 요구량</b>	~ 5.4 GJ/ton
<b>누적 투자금</b>	750 억원	<b>CDR 판매량</b>	약 340,000 톤

**장점**

- 저렴한 석회석을 원재료로 사용
- Passive air contactor로 에너지 절감
- 모듈식 설계로 인한 대량 생산가능

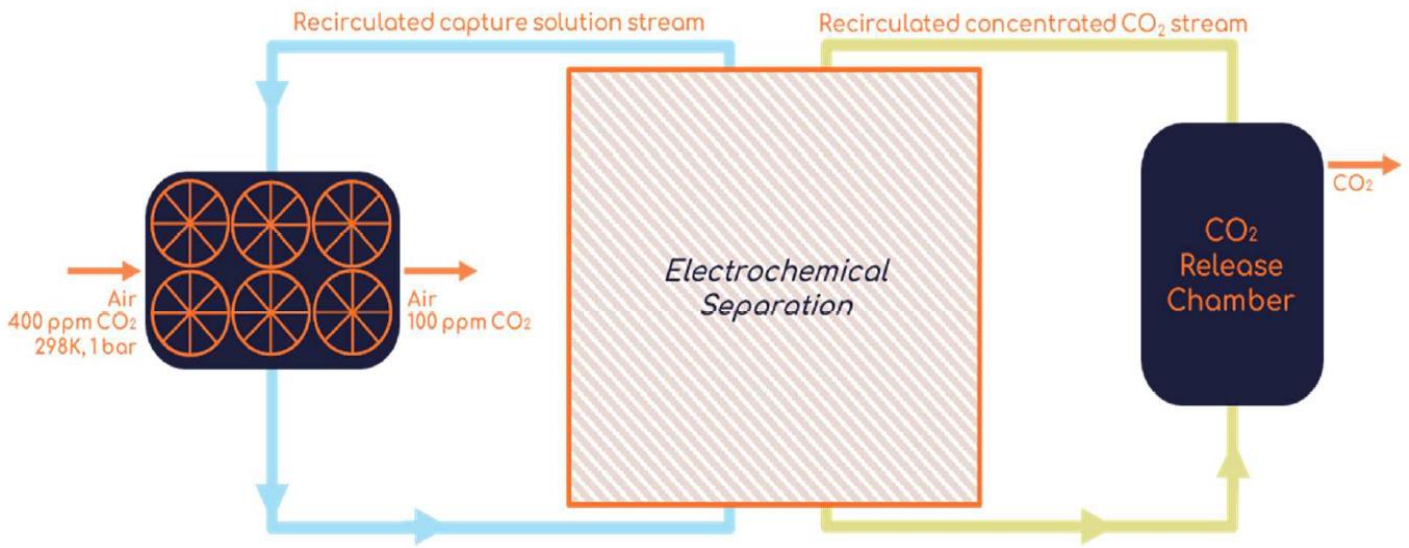




<b>회사명</b>	미션제로테크놀로지	<b>대표 기술</b>	Liquid + E-chem
<b>설립년도</b>	2020	<b>에너지 요구량</b>	~ 2 GJ/ton
<b>누적 투자금</b>	450 억원	<b>CDR 판매량</b>	약 1,000 톤

**장점**

- 모듈식으로 용이한 확장 가능성
- 전기에너지 기반 고효율 및 에너지 저감
- 44.01 과 CDR 프로젝트 진행 중



# Airhive

**회사명** 에어하이브

**설립년도** 2022

**누적 투자금** Pre-seed

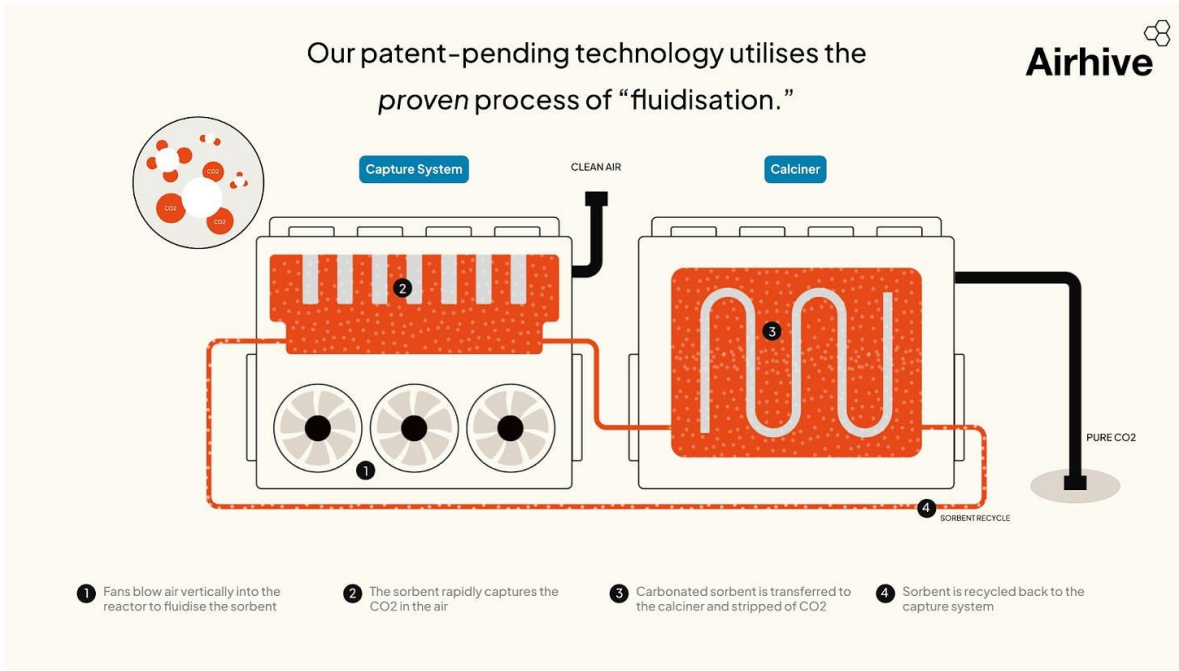
**대표 기술** Fluidization

**에너지 요구량** Unknown

**CDR 판매량** 약 1,000 톤

## 장점

- 특허받은 화학공정을 통해 포집 최적화 및 비용 절감 (반응 시간 단축)
- 기존의 산업 기술을 최적화 및 가속화
- 모듈식 유닛을 통한 스케일업 가속화





**회사명** 옥타비아 카본

**대표 기술** Solid Sorbent

**설립년도** 2022

**에너지 요구량** Unknown

**누적 투자금** Seed

**CDR 판매량** 약 1,500 톤

**장점**

- 남반구 최초의 DAC 스타트업
- 케냐의 지열 에너지 및 지하 영구 격리 가능성을 활용하여 빠르게 성장 중
- 최저 수준의 흡착제 재생 온도

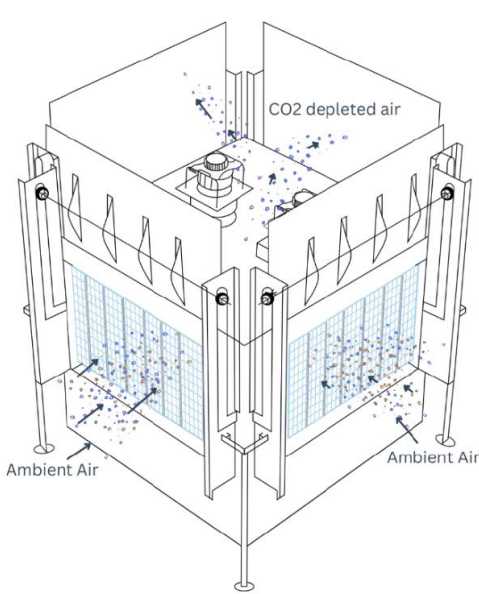


Figure 1 : Adsorption phase

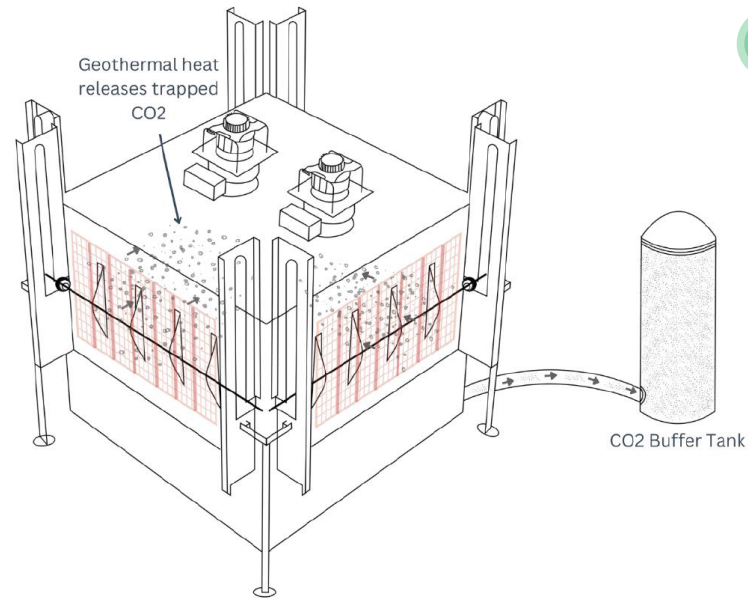


Figure 2 : Desorption phase



# 높은 탄소 포집 비용은 시장 확대에 가장 큰 걸림돌입니다.

## 높은 탄소 포집 비용으로 인한 경제성 악화

DAC(직접탄소포집)기준  
평균 1톤당 \$300 이상 발생

**\$300**  
/ton-CO<sub>2</sub>

\* ACX(아부다비 자발적 탄소거래 플랫폼)의 거래가격 (23.5.5)



**\$91.66**  
/ton-CO<sub>2</sub>

탄소제거권  
가격\*

탄소포집  
비용

## 높은 탄소 포집 비용의 원인은 열에너지



탄소 포집 시 **900도 이상의 가열 공정**이  
**전체 에너지 소비의 80%** 차지

높은 열 에너지 소비량



비용의 증가



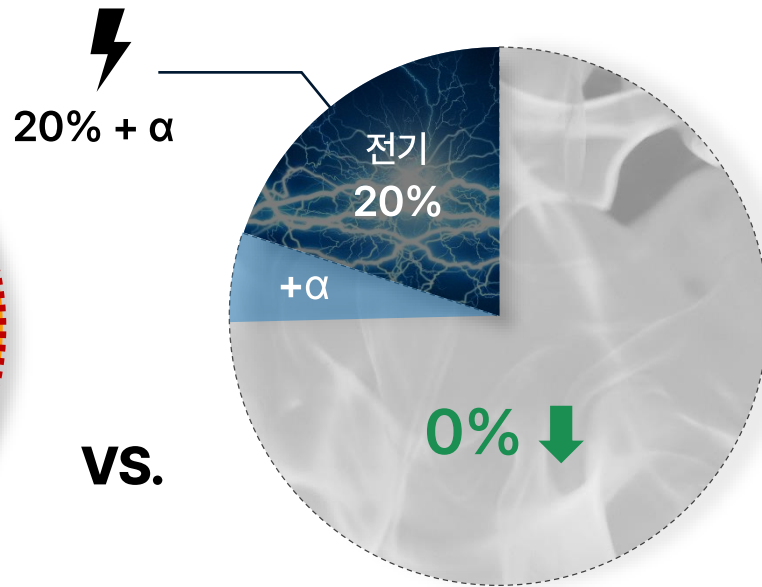


탄소 포집 비용을 최대 40%까지 감소할 수 있습니다.

### 기존 탄소 포집 기술



### 비온드 캡처

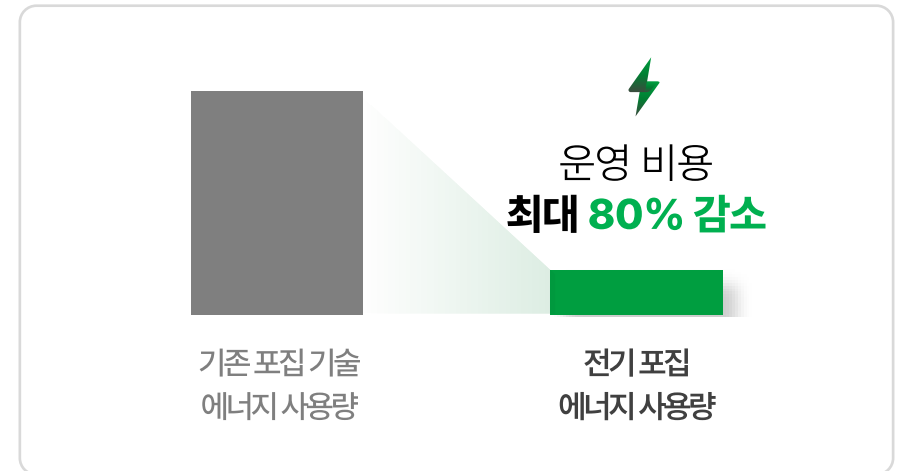


vs.



### 포집 비용 감축 (전기에너지 사용 Only)

\* DAC의 경우, 열에너지 80%



탄소포집비용 최대 40% 감축

새로운 시장에서 새로운 솔루션으로 기후 위기를 해결하겠습니다.

**"The stone age did not end because the world ran out of stones, and the oil age will not end because we run out of oil."**

"석기 시대가 돌이 다 떨어져서 끝난 것이 아니듯이, 석유 시대도 석유가 다 떨어져서 끝나지 않을 것입니다."



**"There is no silver bullet. There are a lot of little things you can do to make a difference."**

" 완벽한 솔루션은 없습니다. 변화를 만들기 위해 할 수 있는 작은 일들을 해 나갈 뿐입니다."

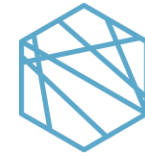




# 최초의 DACCS 방법론 인정 사례

puro  
earth

climeworks

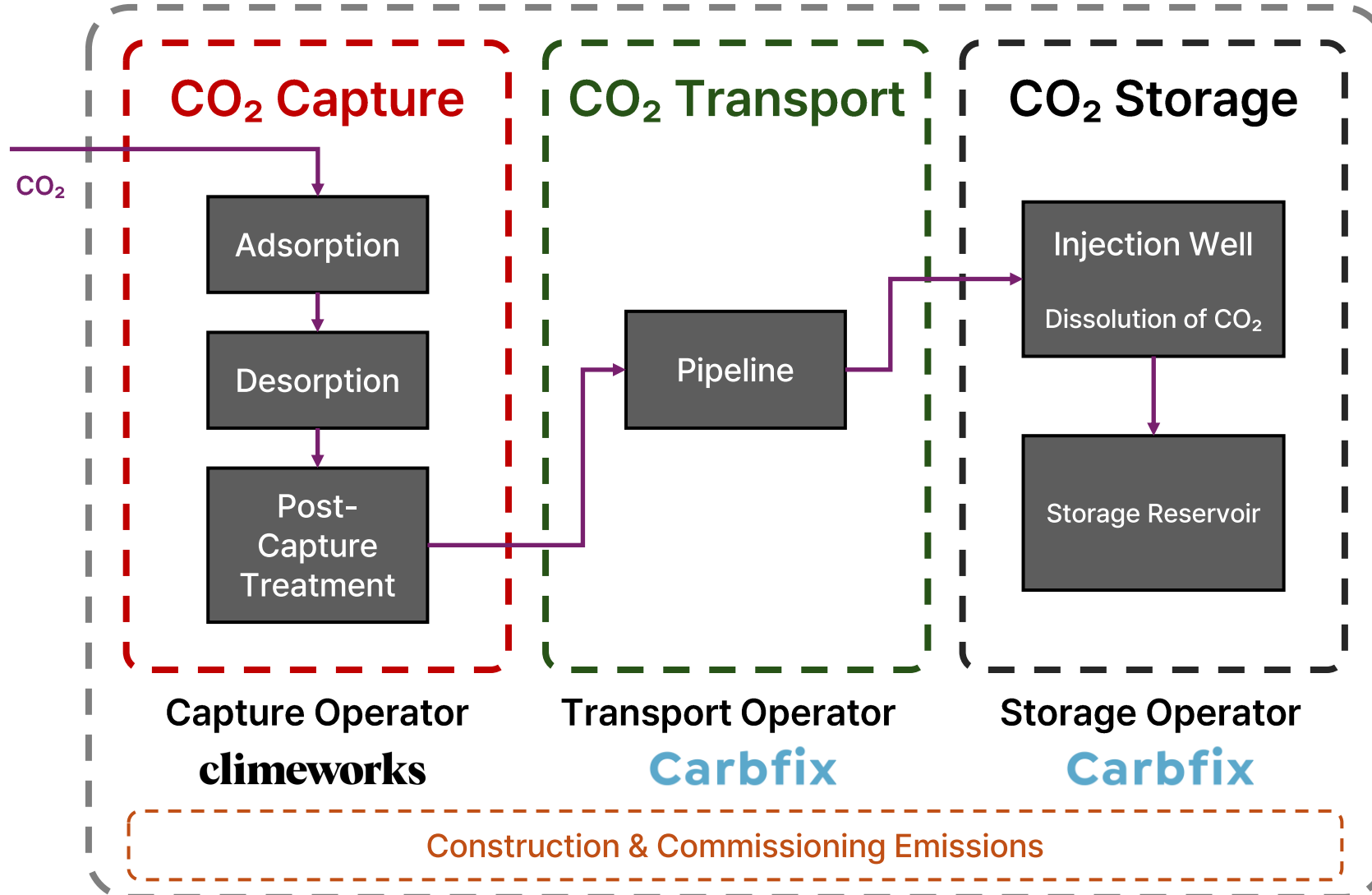


Carbfix

## Orca Plant

- 2024년 5월 Puro Standard 인증
- 방법론: Geologically Stored Carbon
- 연간 포집량 4,000 tCO<sub>2</sub> 규모
- 2021년부터 현재까지 가동 중

# 방법론 포함 범위



인정 제거량

$$= \boxed{\text{주입 CO}_2} - \boxed{\text{방출 CO}_2} - \boxed{\text{운영·건설 중 배출 GHG}}$$

인정 제거량

=

주입 CO<sub>2</sub>

-

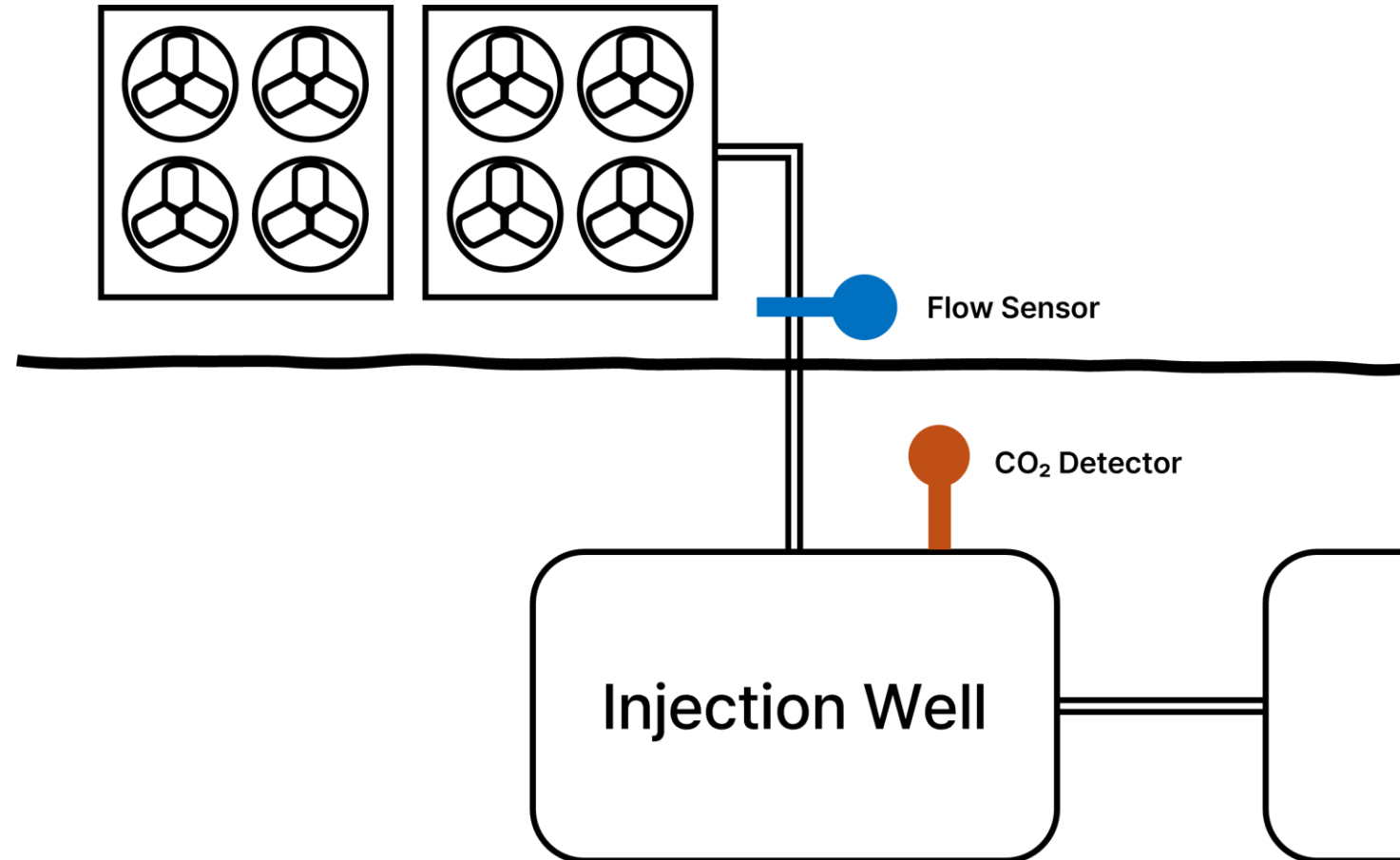
방출 CO<sub>2</sub>

-

운영·건설 중 배출 GHG

# 주입 CO<sub>2</sub>

- Injection Well 을 통해 주입되는 CO<sub>2</sub>량
- 왜 포집량이 아닌 주입량인가?  
→ 주입 직전까지의 누출량을 포함하기 위함



인정 제거량

=

주입 CO<sub>2</sub>

-

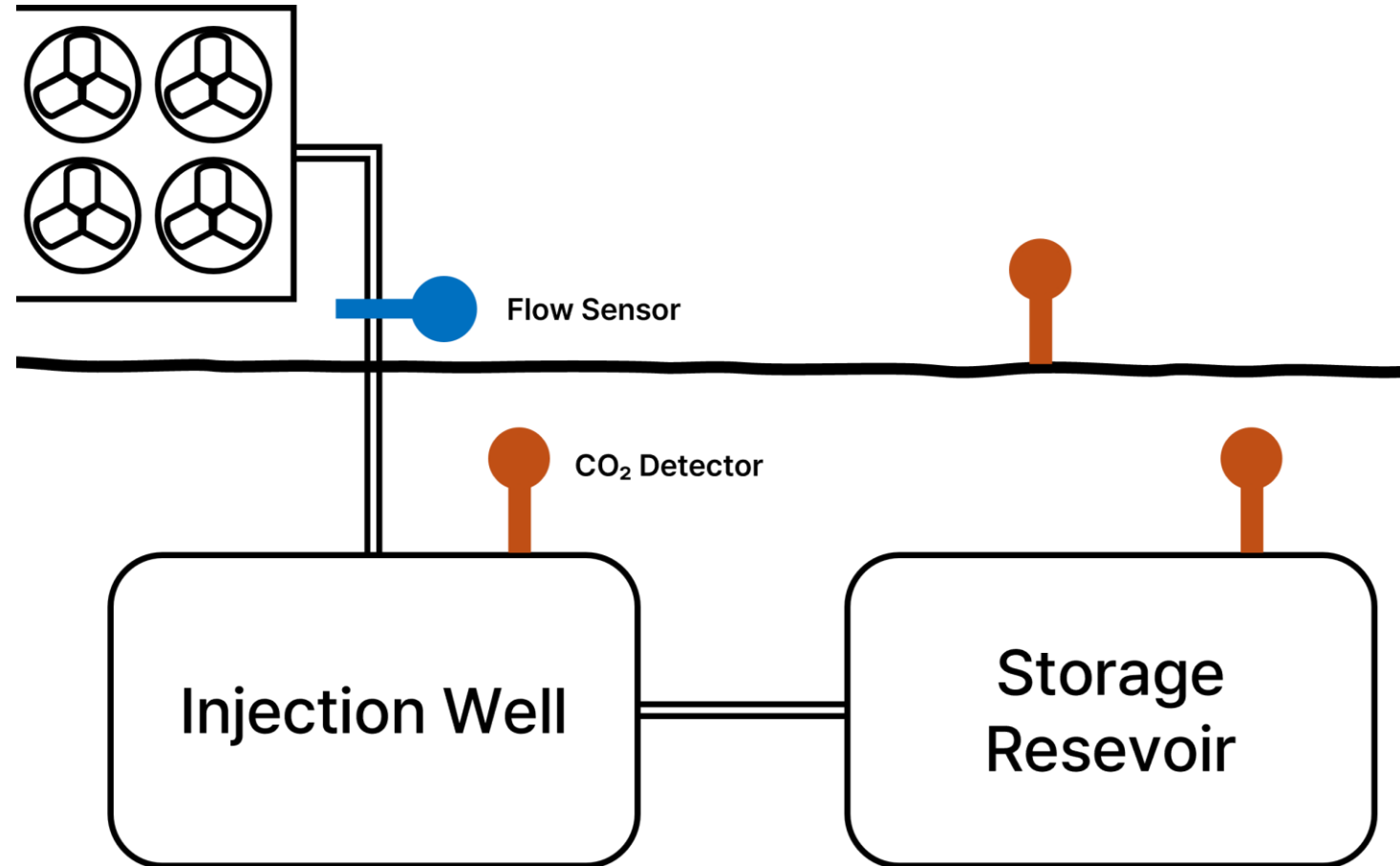
방출 CO<sub>2</sub>

-

운영·건설 중 배출 GHG

# 방출 CO<sub>2</sub>

- 마지막 모니터링 지점(Flow sensor) 이후 배출·누출된 CO<sub>2</sub>량



인정 제거량

=

주입 CO<sub>2</sub>

-

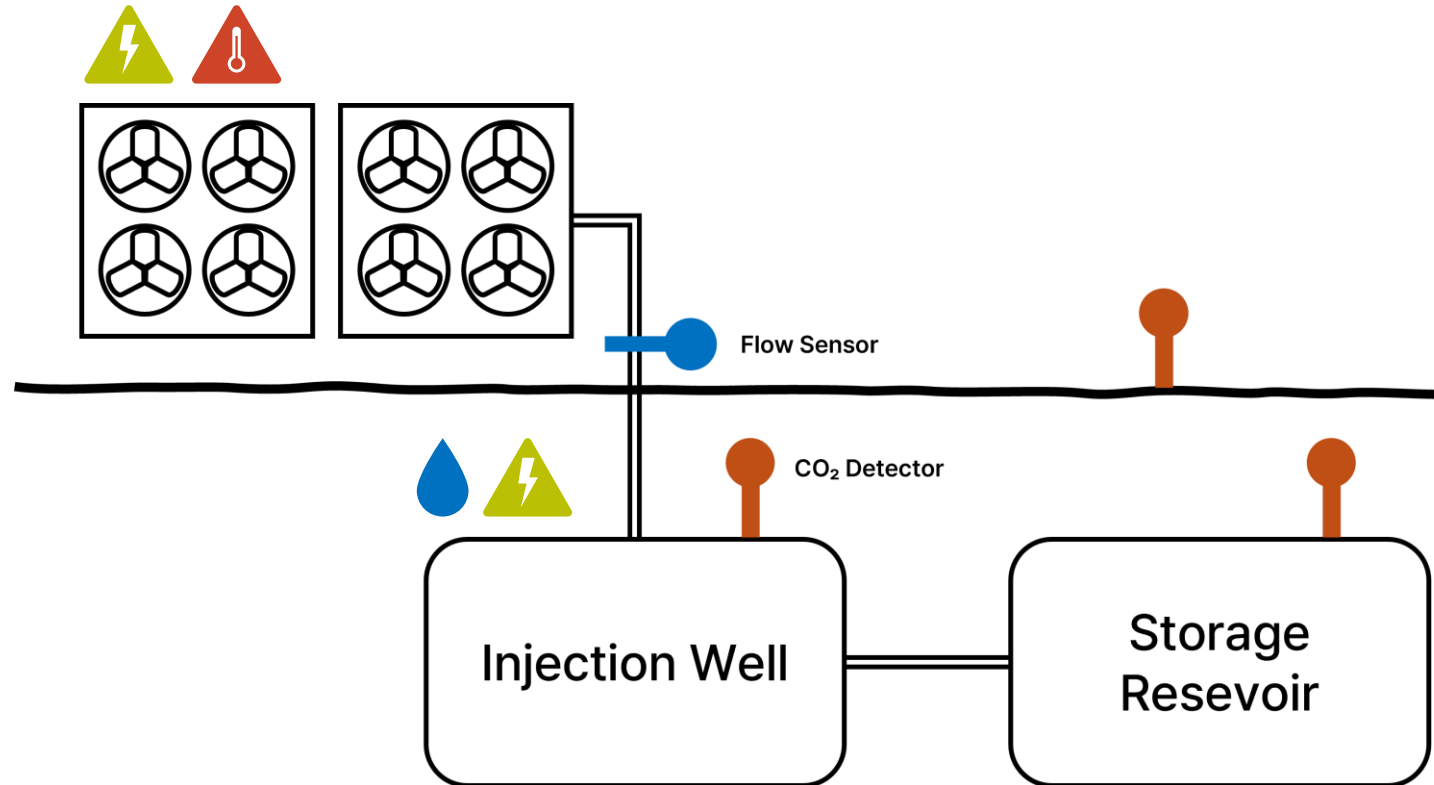
방출 CO<sub>2</sub>

-

운영·건설 중 배출 GHG

## 운영·건설 중 배출 GHG

- 전기·열·흡착재·물 사용량에 배출 계수를 곱하여 tCO<sub>2eq</sub>로 계산
- Orca Plant 건설에 사용된 자재와 건설 장비로부터 배출된 GHG를 tCO<sub>2eq</sub>로 환산
- 해당 배출량은 10년 분할하여 제거량 산정에 포함됨



인정 제거량

$$= \boxed{\text{주입 CO}_2} - \boxed{\text{방출 CO}_2} - \boxed{\text{운영·건설 중 배출 GHG}}$$

인정 제거량

$$= \text{주입 CO}_2 - \text{방출 CO}_2 - \text{운영·건설 중 배출 GHG}$$

158.55 tCO<sub>2eq</sub>

$$= 241.64 \text{ tCO}_{2\text{eq}} - 0.17 \text{ tCO}_{2\text{eq}} - 82.92 \text{ tCO}_{2\text{eq}}$$



$$158.55 \text{ tCO}_{2\text{eq}} = 241.64 \text{ tCO}_{2\text{eq}} - 0.17 \text{ tCO}_{2\text{eq}} - 82.92 \text{ tCO}_{2\text{eq}}$$

**포집량 대비 66% 인정**

