



***Universidad Nacional Agraria – la Molina***  
***Escuela de Postgrado***  
***Doctorado en Recursos Hídricos***

# **Los grandes retos del cambio climático en la gestión del recurso hídrico**

**Vinio Floris, PhD**

**Profesor y Director del Centro de Gestión del Agua y Medio Ambiente  
CGAMA**

**Junio 22, 2022**

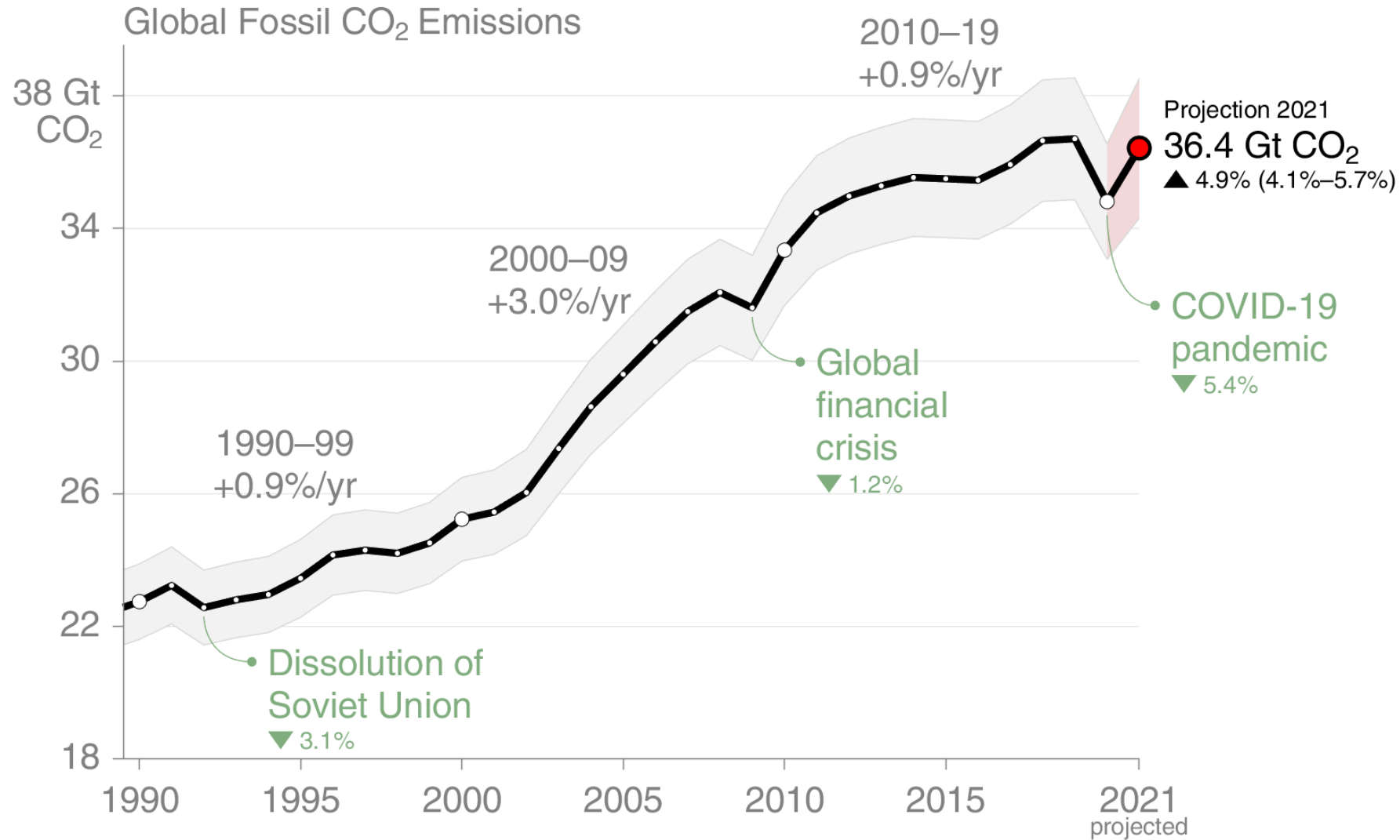
# In Memoriam



# La deficiente gestión del recurso hídrico no es una broma.



# Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en el tiempo

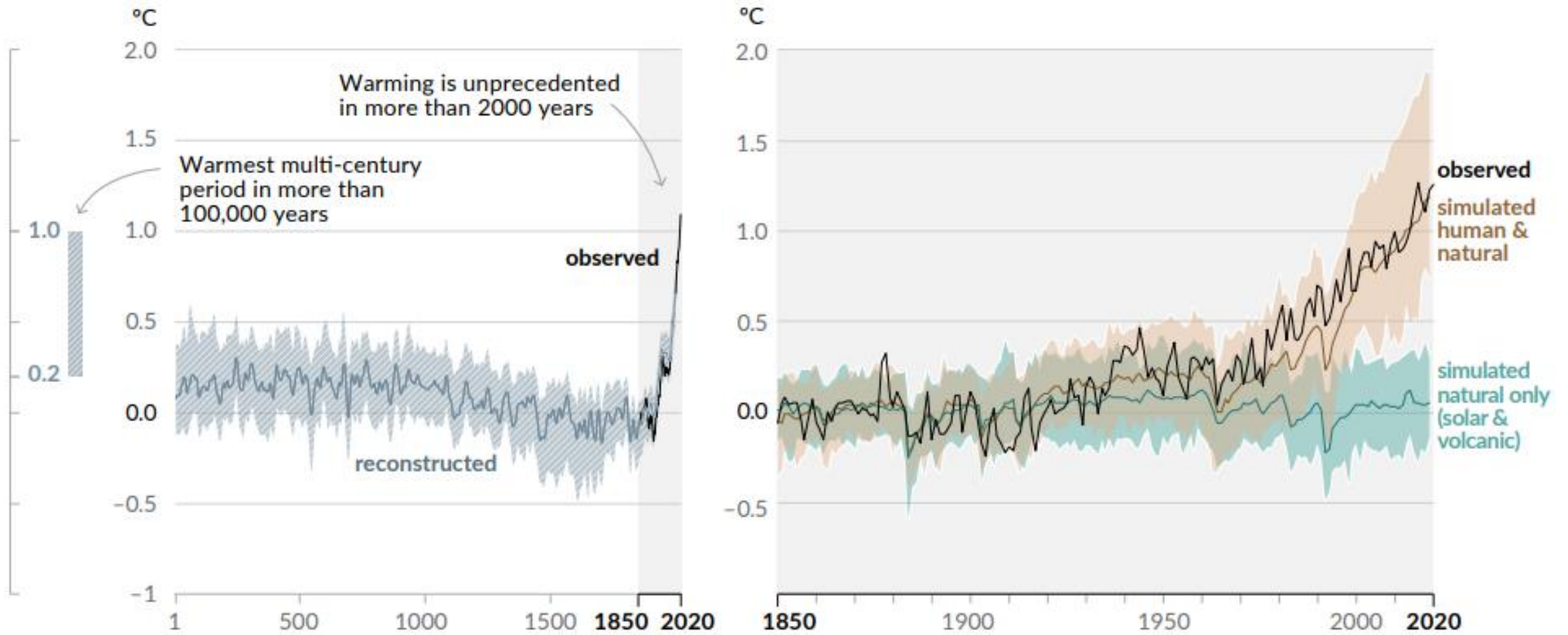


# Perú: inventario nacional gases efecto invernadero - 2016

| Clasificación |           |     |      | Categorías de fuentes y sumideros  | Emisiones GEI          | % del Total |
|---------------|-----------|-----|------|--|------------------------|-------------|
|               |           |     |      |  | [GgCO <sub>2</sub> eq] |             |
| <b>1</b>      |           |     |      | <b>ENERGÍA</b>   | <b>58,132.54</b>       | <b>28%</b>  |
|               | <b>1A</b> |     |      | <b>Actividades de quema de combustibles</b>                                  | <b>50,874.36</b>       | <b>25%</b>  |
|               |           | 1A1 |      | Industrias de energía  | 15,946.50              | 8%          |
|               |           |     | 1A1a | Producción de electricidad y calor como actividad principal                  | 11,065.07              | 5%          |
|               |           |     | 1A2m | Industria no especificada  | 7,558.35               | 4%          |
|               |           | 1A3 |      | Transporte   | 21,047.88              | 10%         |
|               |           |     | 1A3b | Transporte terrestre   | 19,294.71              | 9%          |
|               | <b>1B</b> |     |      | <b>Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles</b>    | <b>7,258.18</b>        | <b>4%</b>   |
| <b>2</b>      |           |     |      | <b>PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>                              | <b>5,822.37</b>        | <b>3%</b>   |
|               | <b>2A</b> |     |      | <b>Industria de los minerales</b>  | <b>5,054.11</b>        | <b>2%</b>   |
|               |           | 2A1 |      | Producción de Cemento  | 4,223.75               | 2%          |
|               | <b>2C</b> |     |      | <b>Industria de los metales</b>  | <b>636.79</b>          | <b>0%</b>   |
|               |           | 2C1 |      | Producción de Hierro y Acero   | 99.56                  | 0%          |
|               |           | 2C5 |      | Producción de Plomo  | -                      | -           |
|               |           | 2C6 |      | Producción de Zinc   | 537.22                 | 0%          |
| <b>3</b>      |           |     |      | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA</b>                   | <b>134,901.58</b>      | <b>66%</b>  |
|               | <b>3B</b> |     |      | <b>Tierras</b>   | <b>108,991.29</b>      | <b>53%</b>  |
|               |           | 3B2 |      | Tierras de cultivo   | 51,450.82              | 25%         |
|               |           |     | 3B2b | Tierras convertidas en tierras de cultivo                                    | 51,700.44              | 25%         |
|               |           | 3B3 |      | Pastizales   | 41,309.08              | 20%         |
|               |           |     | 3B3a | Pastizales que permanecen como pastizales                                    | -                      | -           |
|               |           |     | 3B3b | Tierras convertidas en pastizales  | 41,309.08              | 20%         |
|               | <b>3C</b> |     |      | <b>Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO<sub>2</sub> en la tierra</b> | <b>13,825.60</b>       | <b>7%</b>   |
| <b>4</b>      |           |     |      | <b>DESECHOS</b>  | <b>6,437.67</b>        | <b>3%</b>   |
| <b>Total</b>  |           |     |      |  | <b>205,294.17</b>      | <b>100%</b> |

**Fuente:** Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. MINAM. Junio 2021

# Cambio de la temperatura en la superficie de la tierra



**Fuente: United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for Policymakers. 2021**

# Desafíos ambientales del calentamiento global

- Calentamiento: generalizado, rápido, intenso
- Incremento sustancial: sequias, inundaciones, vientos, nieve y hielo, zonas costeras y los océanos
- “Emisiones de gases de efecto invernadero no se reducen de manera inmediata, rápida y a gran escala, limitar el calentamiento a cerca de 1,5 °C o incluso a 2 °C será un objetivo inalcanzable” (IPCC, agosto 9, 2021)

# La mega sequia en el Lago Powell

**Febrero 3  
(izquierda), 2022.**

**El lago Powell al  
26% de su capacidad  
útil; 51 metros por  
debajo de su altura  
máxima.**

**Abril 14, 2022  
(derecha)**

**Fuente: [azcentral](#)**

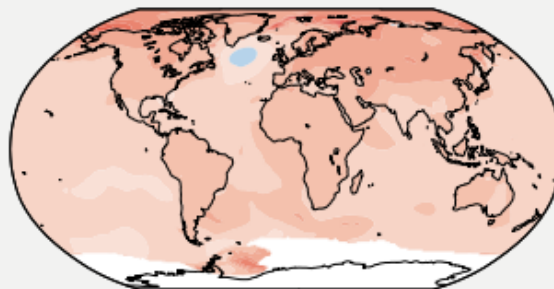


# Cambio del promedio anual de temperatura (°C)

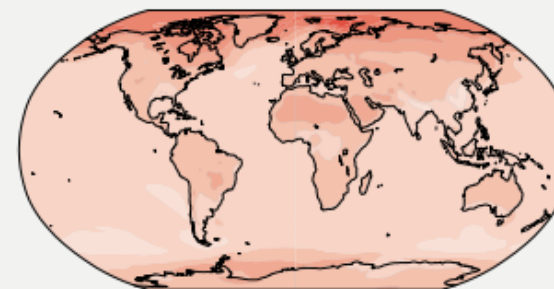
## (a) Annual mean temperature change (°C) at 1°C global warming

Warming at 1°C affects all continents and is generally larger over land than over the oceans in both observations and models. Across most regions, observed and simulated patterns are consistent.

Observed change per 1°C global warming



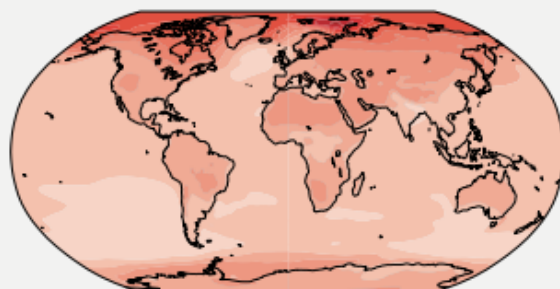
Simulated change at 1°C global warming



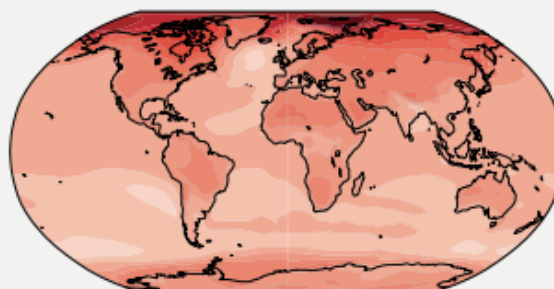
## (b) Annual mean temperature change (°C) relative to 1850–1900

Across warming levels, land areas warm more than ocean areas, and the Arctic and Antarctica warm more than the tropics.

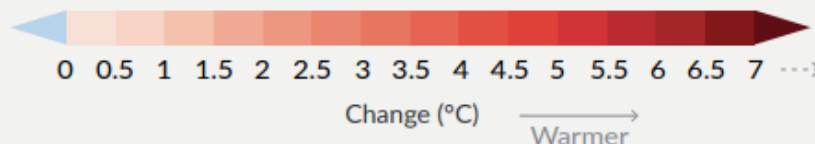
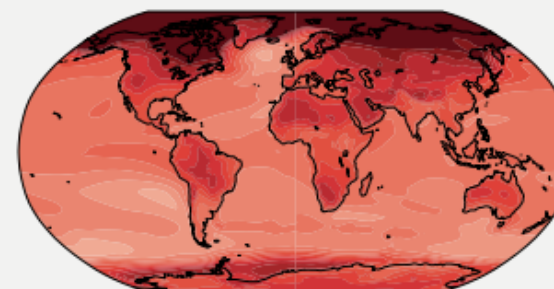
Simulated change at 1.5°C global warming



Simulated change at 2°C global warming



Simulated change at 4°C global warming



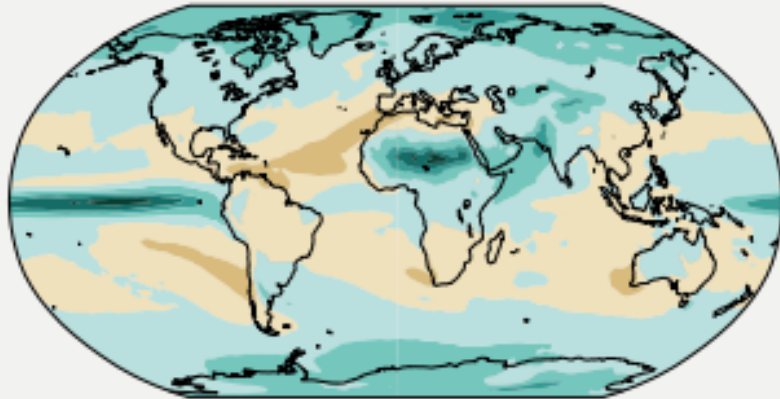
**Fuente: United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for Policymakers. 2021**

# Cambio del promedio anual de precipitación (%)

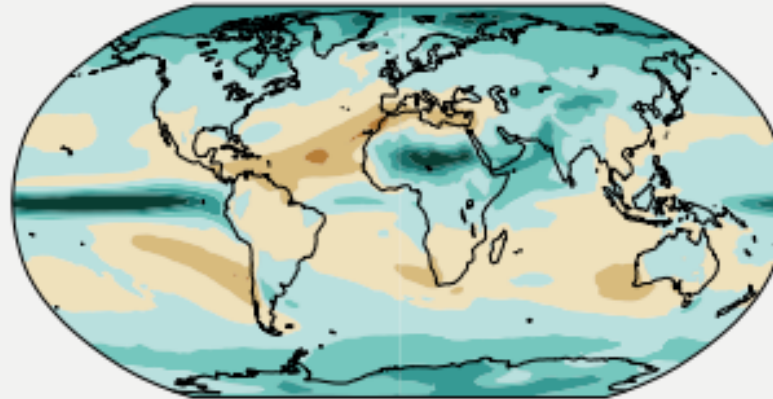
(c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850–1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

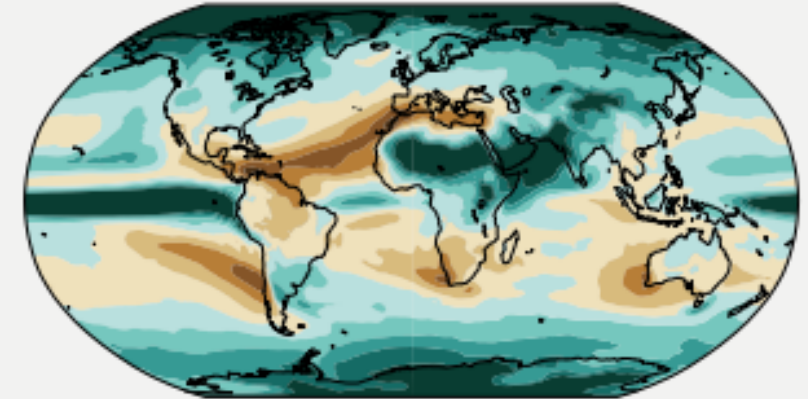
Simulated change at 1.5°C global warming



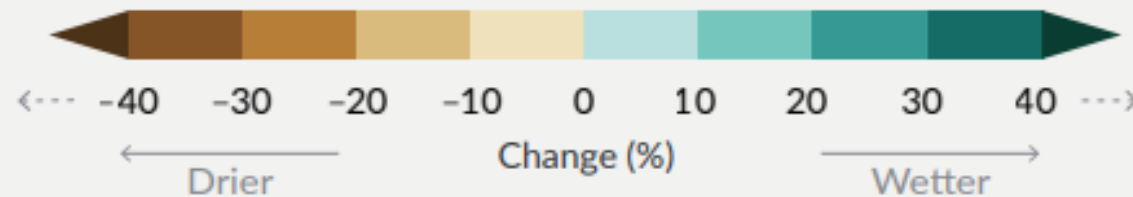
Simulated change at 2°C global warming



Simulated change at 4°C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions.



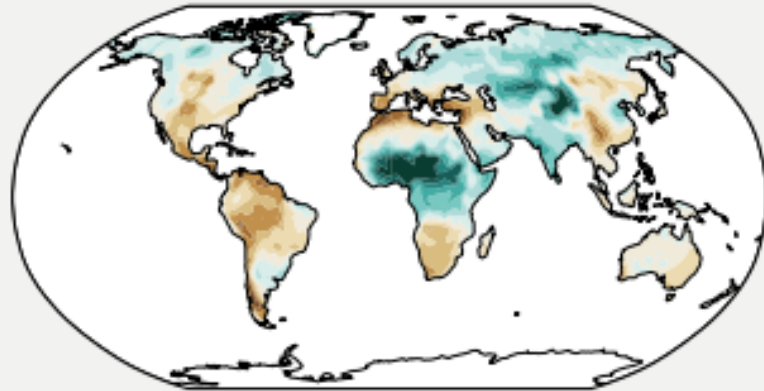
**Fuente: United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for Policymakers. 2021**

# Cambio del promedio de humedad del suelo ( $\sigma$ )

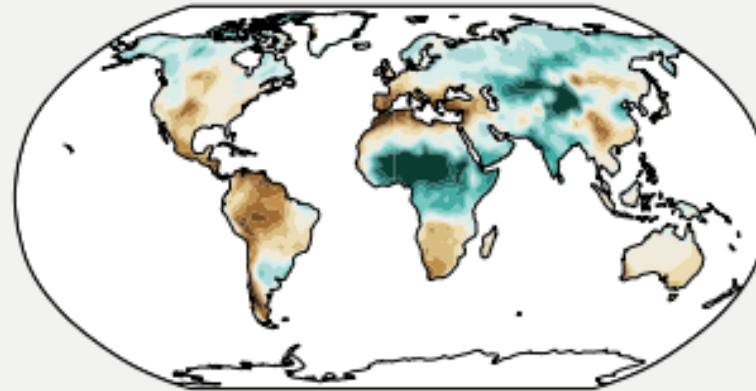
(d) Annual mean total column soil moisture change (standard deviation)

Across warming levels, changes in soil moisture largely follow changes in precipitation but also show some differences due to the influence of evapotranspiration.

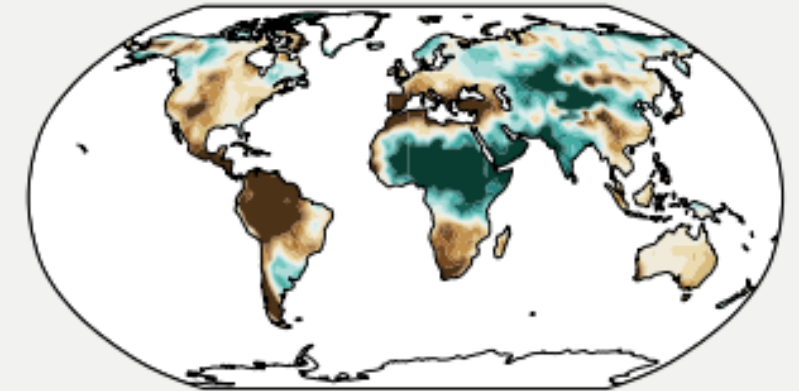
Simulated change at 1.5°C global warming



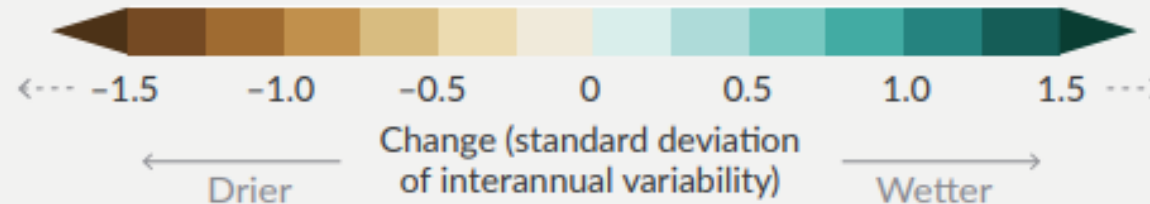
Simulated change at 2°C global warming



Simulated change at 4°C global warming



Relatively small absolute changes may appear large when expressed in units of standard deviation in dry regions with little interannual variability in baseline conditions.



**Fuente: United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for Policymakers. 2021**

# El problema del modelo “caliente”

## Climate simulations: recognize the ‘hot model’ problem

Zeke Hausfather, Kate Marvel, Gavin A. Schmidt, John W. Nielsen-Gammon & Mark Zelinka

The sixth and latest IPCC assessment weights climate models according to how well they reproduce other evidence. Now the rest of the community should do the same.

**C**omputer models that project future climates are widely used for adaptation, mitigation and resilience planning. More than 50 such models were assessed and compared in the latest round of the Coupled Model Intercomparison Project, phase 6 (CMIP6), run by the World Climate Research Programme<sup>1</sup>. It is crucial that researchers know the best way to use those outputs to provide consistent information for climate science and policy.

We are climate modellers and analysts who develop, distribute and use these projections. We know scientists must treat them with great

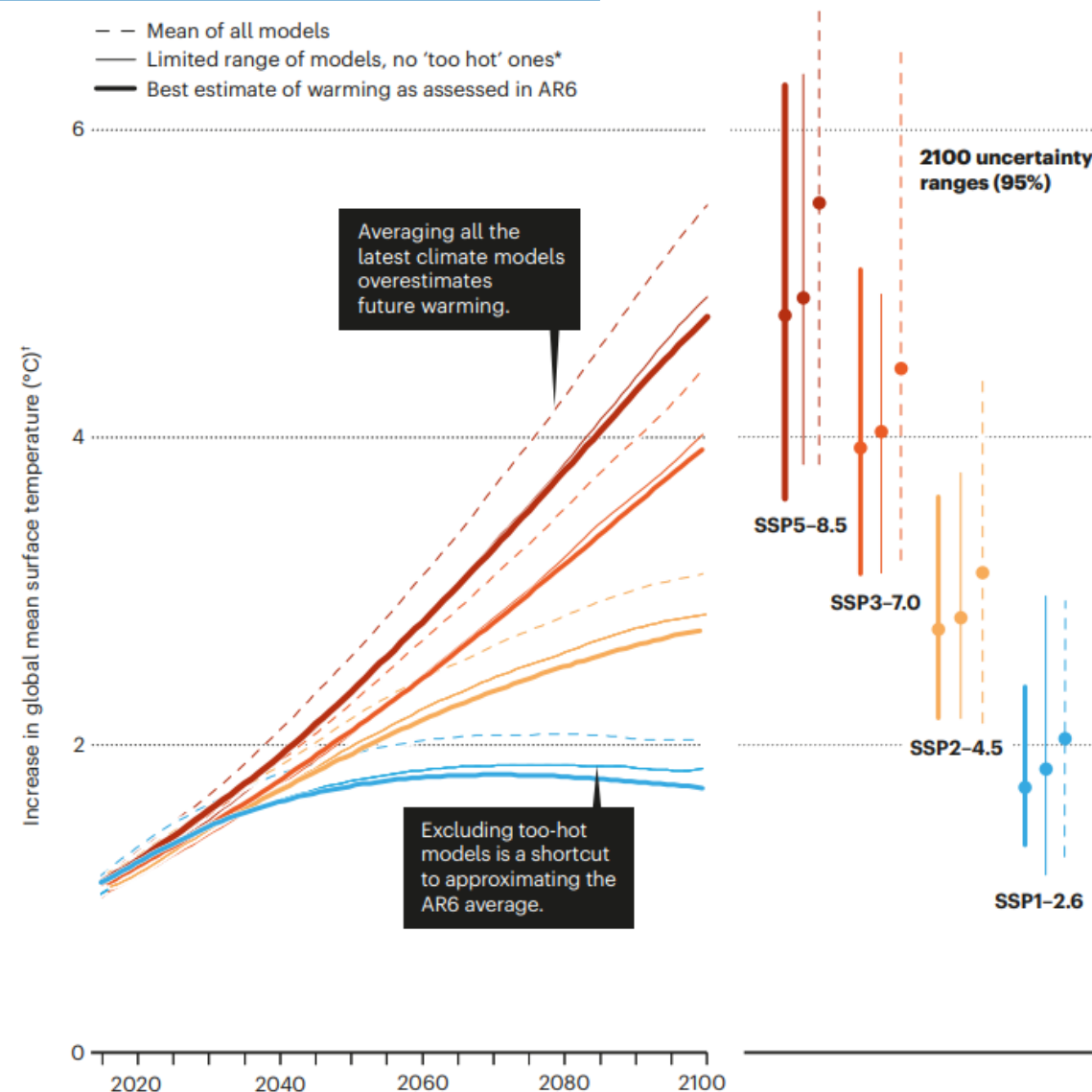
care. Users beware: a subset of the newest generation of models are ‘too hot’<sup>2</sup> and project climate warming in response to carbon dioxide emissions that might be larger than that supported by other evidence<sup>3-7</sup>. Some suggest that doubling atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations from pre-industrial levels will result in warming above 5 °C, for example. This was not the case in previous generations of simpler models.

Earth is a complicated system of interconnected oceans, land, ice and atmosphere, and no computer model could ever simulate every aspect of it exactly. Models vary in their

26 | Nature | Vol 605 | 5 May 2022

**Fuente: Hausfather et al. Nature. Climate simulations: recognize the ‘hot model’ problem. Mayo 2022.**

<https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-022-01192-2/d41586-022-01192-2.pdf>

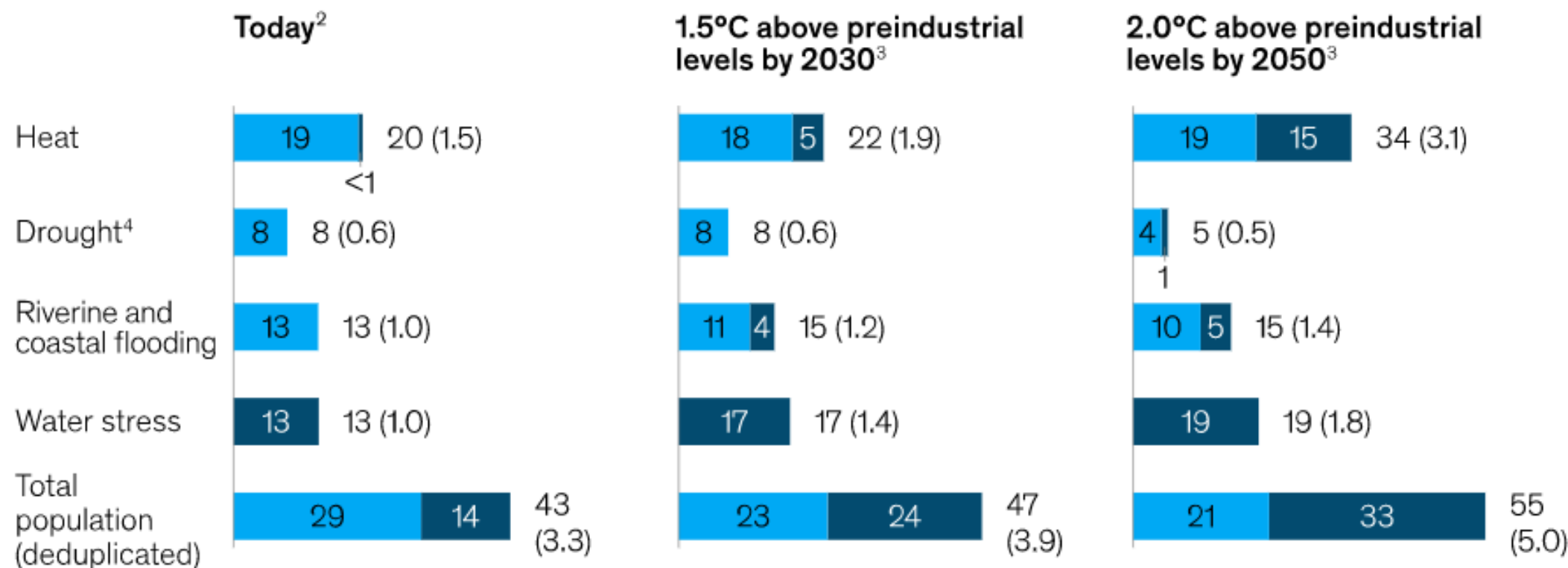


# Impactos del cambio climático en población

Based on RCP 8.5

Proportion of global population affected by climate hazards under different warming scenarios,<sup>1</sup> %

■ Moderate<sup>1</sup> hazards (xx) Population, billions  
■ Severe<sup>1</sup> hazards

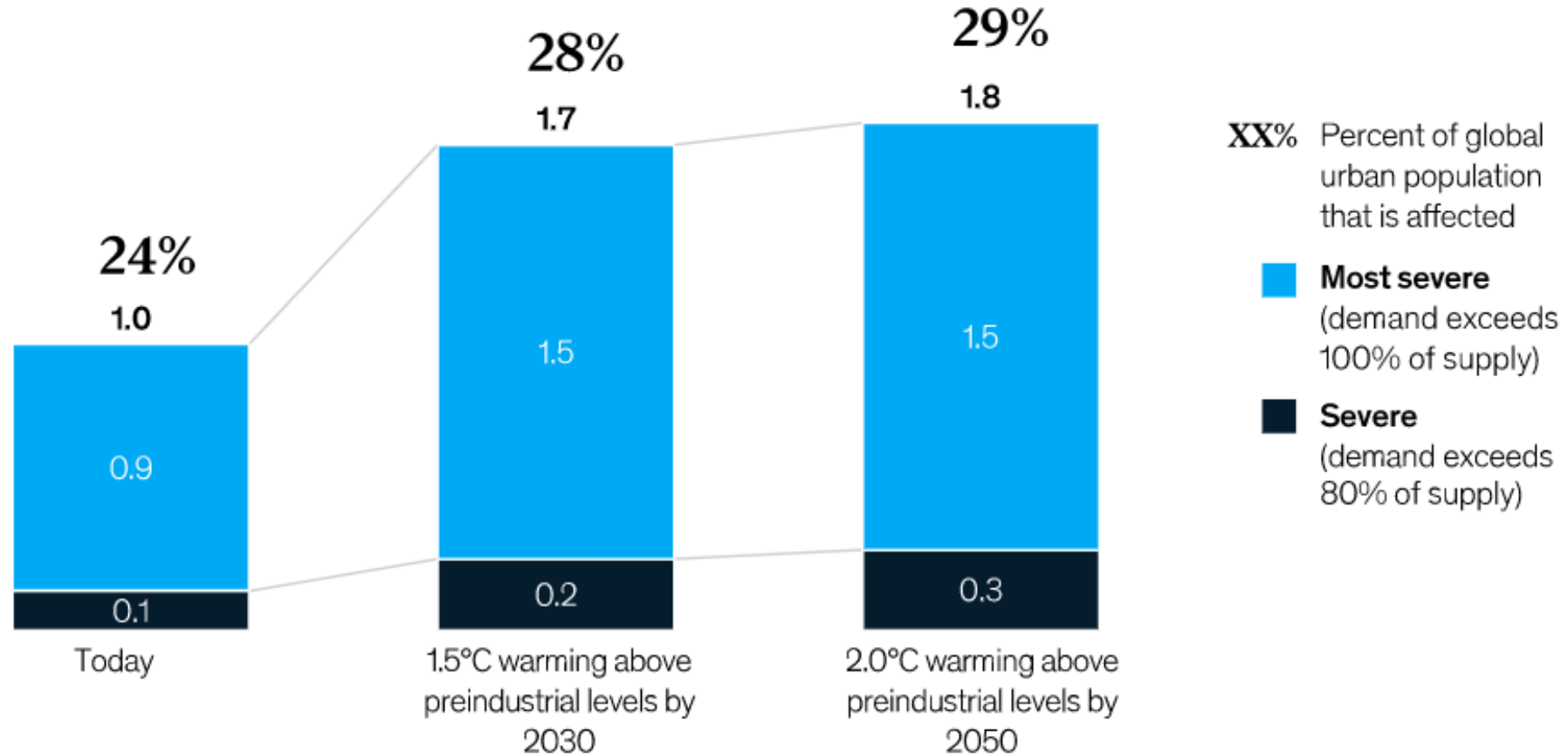


**Fuente:** McKinsey. “The impact is here”: Climate change, resilience, and the imperative to adapt, 2021.

# Proyección de déficit de agua por cambio climático

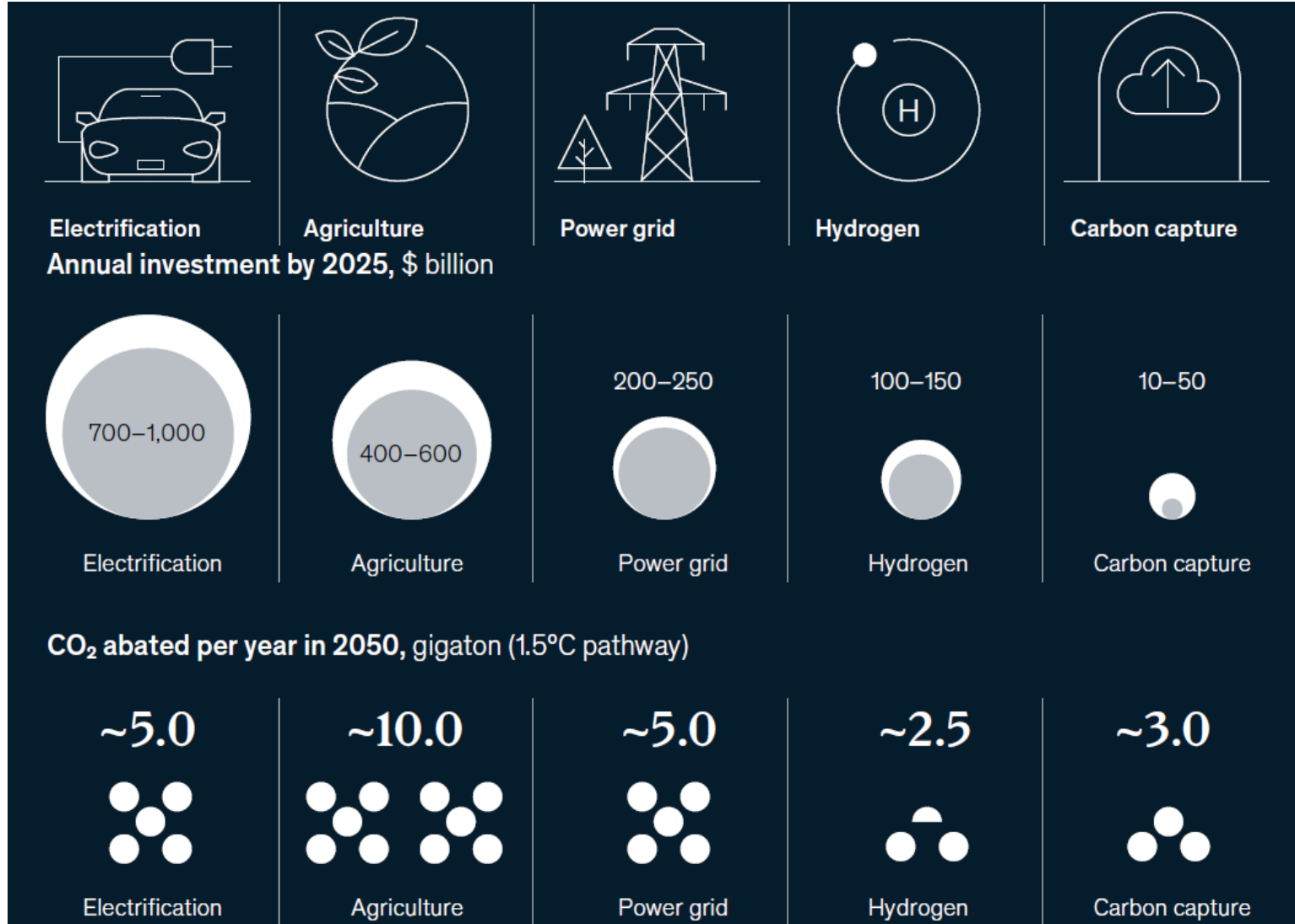
Global urban water stress, billions of people

Based on RCP 8.5



**Fuente:** McKinsey. Protecting people from a changing climate: The case for resilience, 2021.

# Alternativas tecnológicas 5ª revolución industrial

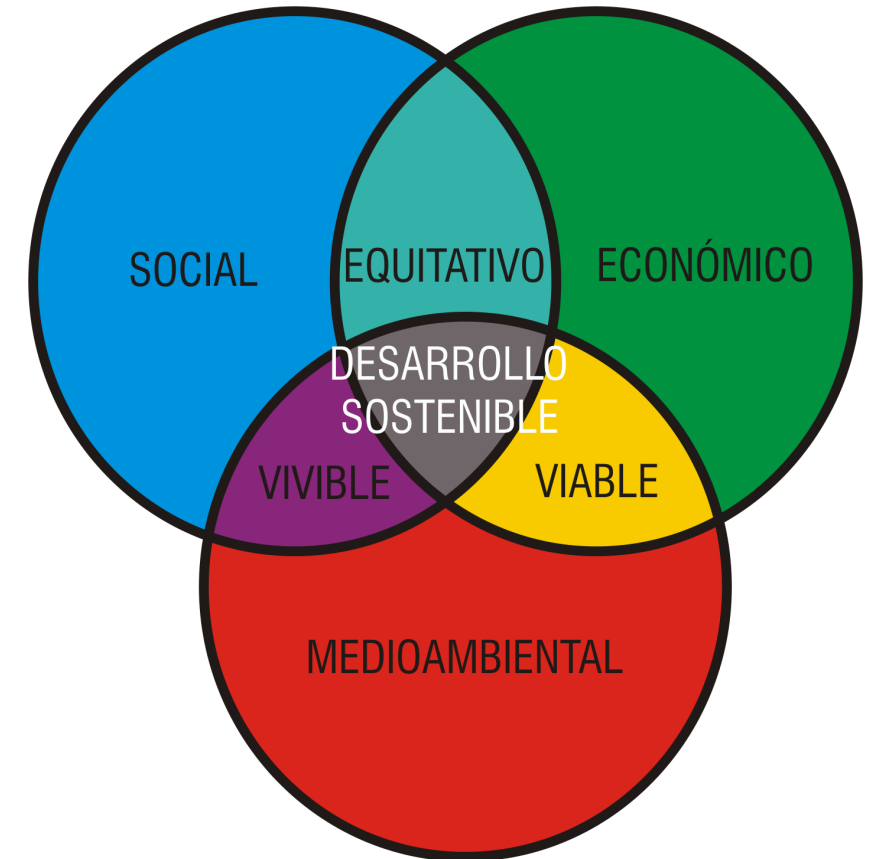


**Tecnologías que pueden atraer \$2T/año hasta el 2025 y reducir el 40% de emisiones en el 2050**

**Fuente:** McKinsey Sustainability. Innovating to net zero: An executive's guide to climate technology. Octubre 2021

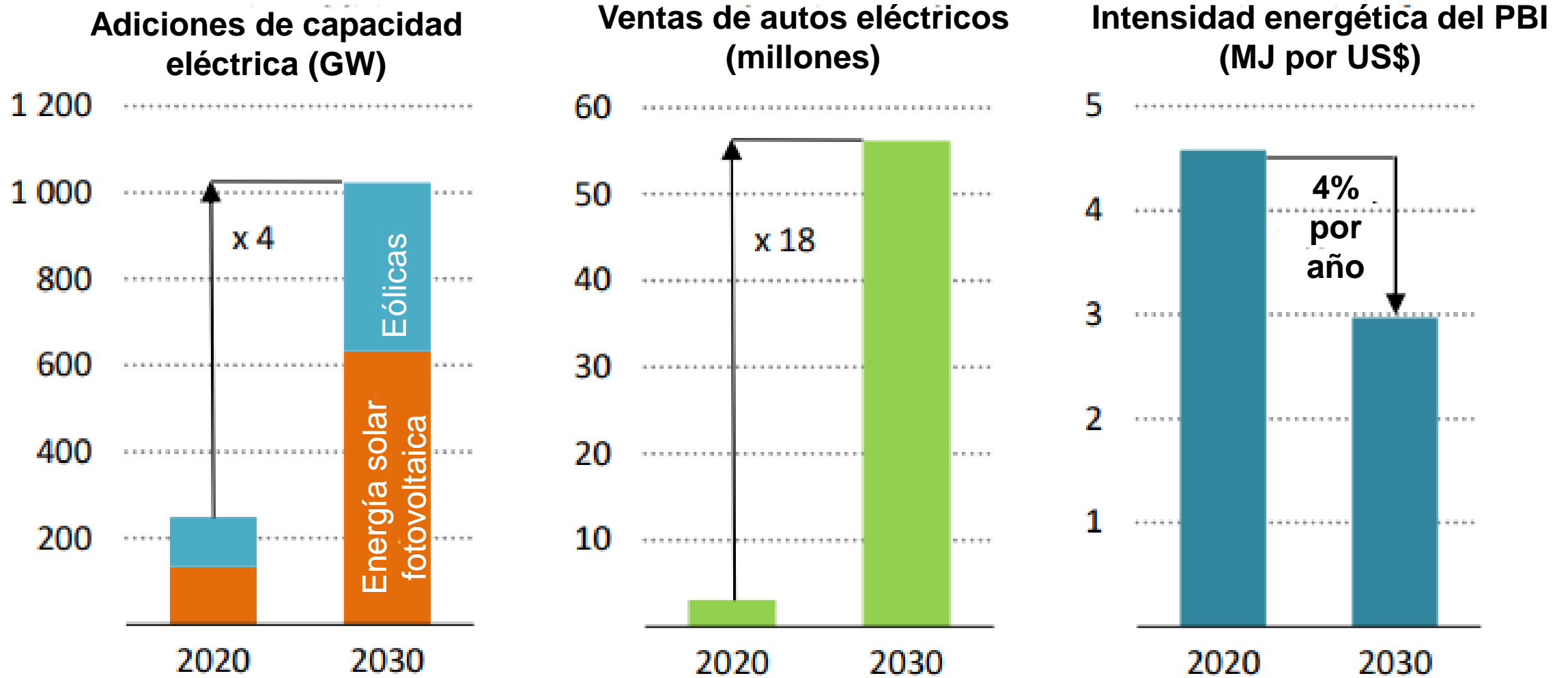
# Conclusiones

- Cambio climático: impactos al recurso hídrico duraderos y hasta irreversibles
- Retroceso del desarrollo humano
- ¿Es posible alcanzar el desarrollo sostenible?
- Impactos del cambio climático en el recurso hídrico:
  - **Inducidos**: en proceso. Políticas, metas acciones y ofrecimientos
  - **Creados durante la mitigación**. Aún desconocidos. Requiere investigación





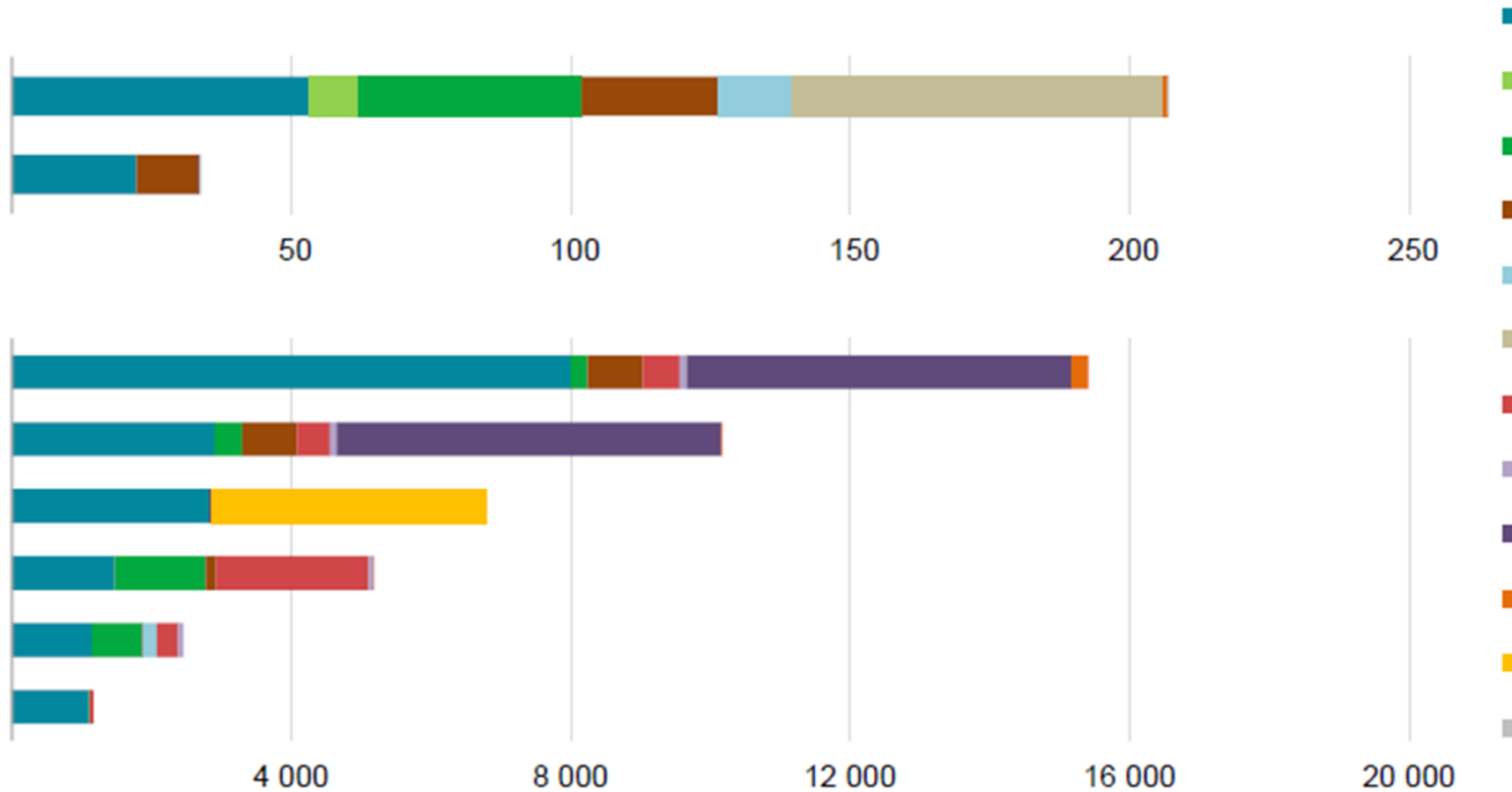
# Avance de las energías limpias al 2030



Leyenda: GW = giga watts; MJ = meja Joules; PBI = producto bruto interno

Fuente: IEA. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. Mayo 2021.

# El rol de los minerales críticos en la transición de energía limpia



Leyenda: kg =kilogramos; MW = megavatios. Hierro y aluminio no incluidos.

Fuente: IEA. The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions. Mayo 2021.

# Conclusiones

- Dependencia del recurso hídrico y su ecosistema
  - Conservación de humedales, turberas, manglares
  - Agricultura y ganadería sostenible
  - Detener la deforestación
- Infraestructura basada en la naturaleza



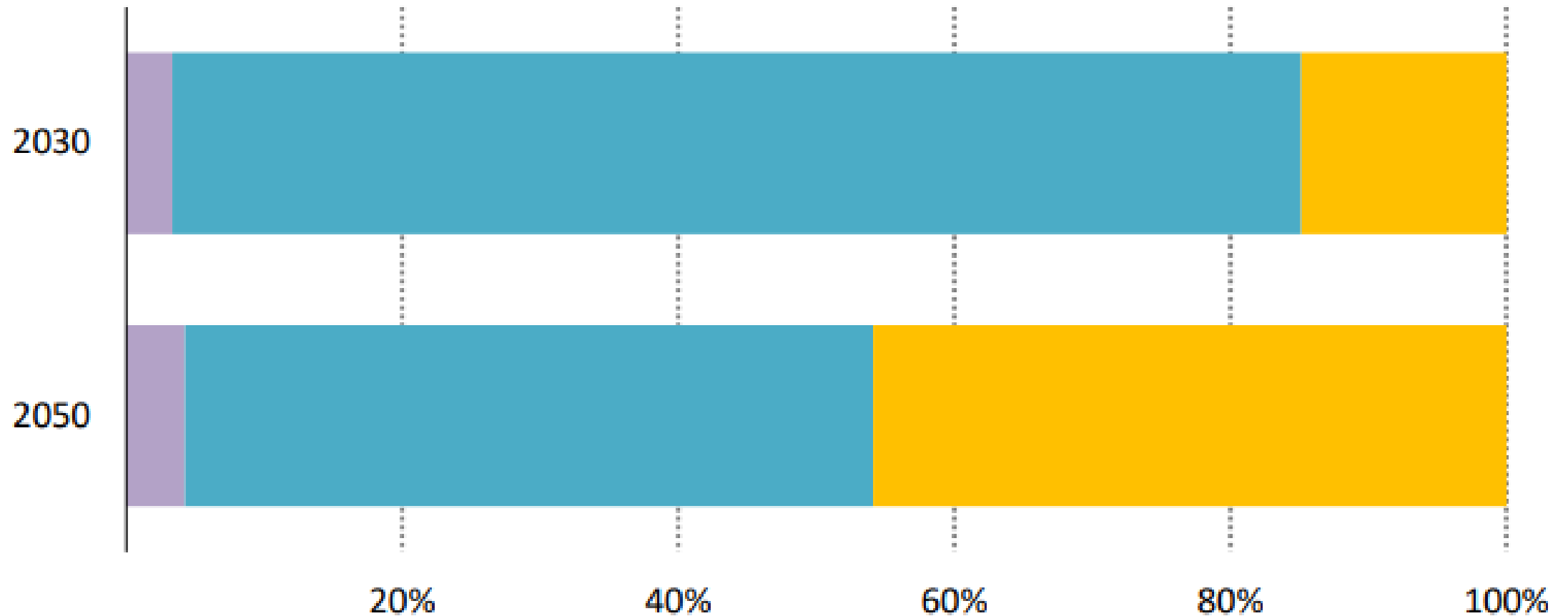
Turbera Pastaza-Marañón: estabiliza 3B ton de carbono (total Amazonas: 120B)

**Fuente:** Scientific American, febrero 2020.

# Conclusiones

- Antropoceno: fin de la época del holoceno. Impacto global de actividades humanas sobre ecosistemas
- 5ª revolución industrial: descarbonizar al mundo (<https://proactivo.com.pe/los-profesionales-gestores-de-la-5ta-revolucion-industrial-bajo-retos-del-cambio-climatico/>)
- Objetivo: 1.5 °C de tem promedio en el 2100.  
¿Alcanzable?
- Muchas ideas, inversiones, acciones pero...

# Tecnologías de emisiones relativas al 2020



Leyenda: ■ Cambios de comportamiento; ■ Tecnologías en el mercado; ■ Tecnologías en desarrollo

Fuente: IEA. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. Mayo 2021.

# Recomendaciones (1)



**Fuente: Represa Pre Inca de Collpa (Jimbe- Ancash).  
Hidráulica Inca (Foto de Fernando Peña)**

- Decisiones basadas en la ciencia
- Mucho que aprender de la gestión ancestral del recurso
- Innovación: la única vía para resolver situaciones de riesgo

## Recomendaciones (2)

### Financiar la transición a cero emisiones netas

*Cómo los bonos verdes, los préstamos azules y otras nuevas herramientas financieras buscan abordar la crisis climática*

- “Darle más valor al árbol en pie que el caído”
- Bonos “verdes” vinculados a la sostenibilidad
- Bonos azules (BID: AU\$50M)
- Financiación de transición climática
- Créditos de carbono

## Recomendación (3) – Rol de la academia

**Reforzar:**

**Oportunidad**

**Ciencia**

**Aptitud**

**Acción**



**Intensificar:**

**Responsabilidad**

**Conciencia**

**Actitud**

**Pasión**



***“Ningún país ha implementado políticas de corto plazo para reducir las emisiones de acuerdo con su objetivo de cero neto (net-zero)”***

***Niklas Höhne  
New Climate Institute***

***“Los próximos 1.000 unicornios serán de tecnología del clima desarrollando hidrogeno verde, agricultura verde, acero verde y cemento verde”***

***Larry Fink  
CEO y Chairman de BlackRock***



# Tardíamente... pero puede ser un avance positivo

## Alistan Estrategia Nacional ante el Cambio Climático con visión al 2050

El Ministerio del Ambiente (Minam) continua con la construcción participativa de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático con una visión al 2050. En ese propósito se han identificado los bienes y servicios efectivos frente a la problemática del cambio climático que afecta a la población y sus medios de vida.

Dicho instrumento de gestión ambiental orienta la acción del Estado a largo plazo, según lo establecido en la Ley Marco sobre Cambio Climático y su Reglamento; y la Declaración de Emergencia Climática. Asimismo, responde al sentido de urgencia y ambición para cumplir con los compromisos del Acuerdo de París.

Al respecto, la directora general de Cambio Climático y Desertificación de Minam, Cristina Rodríguez, sostuvo que el citado proceso participativo expresa la voluntad del Estado para construir una política pública que integre las necesidades y prioridades, nacionales y subnacionales, asegurando la participación inclusiva y efectiva.

Sobre el proceso de actualización de la Estrategia, indicó que el objetivo es contar con una visión de largo plazo para lograr la resiliencia de nuestra población y ecosistemas, así como de los medios de vida, de sistemas productivos y de infraestructura. "Con un futuro sin emisiones de carbono, para lograr la meta global establecida en el Acuerdo de París", dijo.



**Fuente: Redacción ProActivo. Junio 20, 2022**

**Vinio Floris**

[vinio@floris-us.com](mailto:vinio@floris-us.com)

[vfloris@gerens.pe](mailto:vfloris@gerens.pe)

[LinkedIn](#)

