

## **Escenarios de Cambio Climático del 6º Informe del IPCC (SSP)**

### **Antecedentes**

Los escenarios de cambio climático se concibieron como “una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo” ([Carter, Parry, Harasawa y Nishioka, 1994](#)); éstos constituyen un instrumento heurístico para preguntarse sobre las maneras en que esas transformaciones afectan tanto el estado del clima como las consecuencias de éste sobre los ecosistemas y las sociedades. Los escenarios presentan alternativas, con base en supuestos, de cómo evolucionará el mundo, por lo que no son pronósticos ya que no se les asocian probabilidades. Es decir, se conciben y modelan futuros alternativos como una estrategia para explorar trayectorias de cambio, para entender las asociaciones entre distintas dimensiones socioeconómicas y la manera en que éstas dan forma a nuestros futuros climáticos. Si bien se busca conocer la probabilidad de ocurrencia de un futuro determinado, se pretende comprender la incertidumbre asociada a través de la estimación mediante conjuntos o familias de escenarios que varían en parámetros delimitados ([Magaña-Rueda, Graizbord, Buenfil-Friedman y Gómez-Mendoza, 2000](#); Fernández [Eguiarte, Zavala, Romero, Conde y Trejo, 2014](#)). De hecho, los escenarios del cambio climático tienen como objetivo explorar diversas respuestas ante la incertidumbre, considerando sorpresas o discontinuidades, para ayudar a la toma de decisiones robustas para distintos futuros ([Moss et al., 2010](#); [Ramírez, Mukherjee, Vezzoli y Kramer, 2015](#)).

Tradicionalmente se han estimado tres tipos distintos de escenarios: de emisiones de GEI, de clima y de adaptación. Los primeros buscan describir las trayectorias futuras de descarga de emisiones de GEI o aerosoles que impactan a la atmósfera. Éstas son estimadas mediante modelos que examinan las interacciones entre una síntesis de variables que dan cuenta de las fuerzas motoras claves como la economía, la tecnología o la población (Moss et al., 2010). Los resultados de los escenarios de emisiones alimentan los escenarios climáticos, que consideran precisamente cómo cambiarán en las décadas siguientes las condiciones climáticas (temperatura, precipitación y otros fenómenos del clima) como resultado de las emisiones. Los escenarios de impacto o adaptación dan cuenta de los efectos esperados del cambio climático sobre determinadas variables, grupos o zonas geográficas (Moss et al., 2010).

Los escenarios permiten examinar trayectorias de desarrollo alternativas y potenciales efectos de las políticas públicas en tanto que al variar algunos de sus componentes es posible analizar cómo dichos cambios impactarán el futuro. El futuro del cambio climático depende no sólo de cómo evolucionarán los sistemas físicos, sino también está íntimamente ligado al cambio social. Considerar adecuadamente la complejidad de este último es indispensable para entender cómo evolucionarán las emisiones y el clima, así como comprender las implicaciones y retos para la adaptación ([Sánchez Peña, 2014](#)). Por ejemplo, en algunos países la población está creciendo rápidamente, mientras en otros la baja fecundidad es la preocupación central; a la par algunas economías están en plena expansión y otras experimentan inestabilidad o decrecimiento. Estos cambios tienen efectos sobre las emisiones de GEI, al mismo tiempo que suponen configuraciones distintas de exposición a los impactos del cambio climático ([Tol y Fankhauser, 1998](#)).

El uso de escenarios ha atravesado distintas etapas. Un cambio notorio y conocido fue plasmado en el reporte especial Escenarios de emisiones (SRES, por sus siglas en inglés) publicado en el año 2000 por el IPCC. Esa generación de escenarios se distinguió por estimar un mayor número y variedad de éstos, redefinir las principales fuerzas motoras que impactan las emisiones y hacer explícita la modelación de los cambios esperados en las sociedades humanas ([Moss et al., 2010](#); [Nakicenovic, 2000](#)). Los SRES desarrollaron cuatro líneas evolutivas o storylines (A1, A2, B1 y B2), donde se describían las fuerzas determinantes en las emisiones de GEI y aerosoles, así como su evolución. Cada línea evolutiva de los escenarios representaba diferentes vías de desarrollo social, demográfico, económico, tecnológico y ambiental. Por su diseño, estos escenarios de emisiones no asumían ninguna política específicamente dirigida a la mitigación o la adaptación ([Ebi et al., 2014](#)). Tales escenarios se utilizaron en dos informes del IPCC: el tercer informe de evaluación (TAR) y el cuarto informe de evaluación (AR4), lo que los situó como puntos de referencia para la investigación en la última década.

Desde 2006, la comunidad científica ha desarrollado nuevos escenarios para mejorar el marco de análisis y evaluación de los impactos del cambio climático, con una visión más interdisciplinaria ([IPCC, 2014](#); [Moss et al., 2010](#)). Estas nuevas formas se desarrollaron a partir de diversas necesidades: primera, la de tener una visión más compleja y flexible de las trayectorias de desarrollo futuras; segunda, la de establecer una metodología que permitiera integrar la investigación sobre mitigación y sobre adaptación del cambio climático; tercera, la de crear una manera científicamente robusta pero ágil de hacer avanzar la investigación sobre los múltiples impactos esperados del cambio climático ([van Vuuren et al., 2014](#)). Justamente, la propuesta que se afianzó fue la de construir escenarios a partir de las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas.

### Escenarios en el 6 Informe del IPCC

Utilizar los nuevos MCGs es importante, dado que en el CMIP6 se han introducido novedades relevantes, relacionadas con los World Climate Research Programme (WCRP) Grand Science Challenges: Nubes, Circulación y Sensibilidad Climática, Cambios en la Criosfera, Extremos Climáticos, Subida Regional del Nivel del Mar, Disponibilidad de Agua, Predicción Climática a Corto Plazo y Ciclos Biogeoquímicos y Cambio Climático. Asimismo, también es novedosa en el CMIP6 la forma en la que se consideran los escenarios de concentración futura de GEI, ahora a través de los denominados SSP (Shared Socioeconomic Pathways), en lugar de los RCP (Representative Concentration Pathways) usados en el CMIP5. Los nuevos escenarios SSP abarcan una gama similar a la de los RCP, pero llenan lagunas críticas como, el papel de ciertos forzamientos (el uso de la tierra y las especies de vida corta o calidad del aire), el efecto ocasionado por los picos máximos y mínimos de los forzamientos y las consecuencias de limitar el calentamiento por debajo de 2°C (Eyring et al., 2016). Los SSP, son escenarios de cambios socioeconómicos globales proyectados hasta 2100 que describen desarrollos socioeconómicos alternativos (Riahi et al., 2017). Cada uno de los SSPs, describen una línea de evolución (figura 1):

- SSP1: Sustainability (Taking the Green Road)
- SSP2: Middle of the Road
- SSP3: Regional Rivalry (A Rocky Road)
- SSP4: Inequality (A Road divided)
- SSP5: Fossil-fueled Development (Taking the Highway)



Figura 1. Esquema de los nuevos SSPs. Fuente: O'Neill et al., 2013

En comparación con los RCP, los cinco SSP principales (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5) están más espaciados en cuanto a sus temperaturas medias globales esperadas, se extienden a temperaturas más bajas en 2100 y al aumento del nivel del mar que el conjunto de RCP (Meinshausen et al., 2019). La figura 2 representa los diferentes SSP del CMIP6.

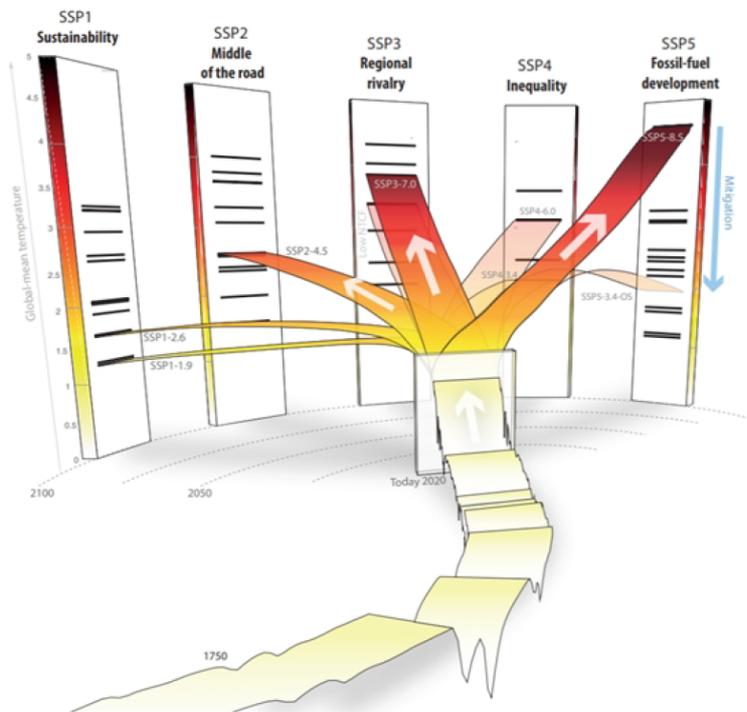


Figura 2. Los escenarios SSP y sus cinco familias socioeconómicas SSP. Se muestran los niveles ilustrativos de temperatura en relación con los niveles preindustriales con las temperaturas históricas (banda frontal), las temperaturas actuales (2020) (bloque pequeño en el centro) y la ramificación de los respectivos escenarios a lo largo del siglo XXI según las cinco familias socioeconómicas diferentes. Las pequeñas barras horizontales negras en los pilares de 2100 para cada SSP indican niveles de temperatura ilustrativos. Las bandas más opacas a lo largo del siglo XXI indican los cinco escenarios SSP1-1,9, SSP1-2,6, SSP2-4,5, SSP3-7,0 y SSP5-8,5 que se utilizan como escenarios prioritarios en el IPCC. Las bandas más transparentes indican los restantes escenarios SSP de "Nivel 2", a saber, SSP3-7,0-LowNTCF (utilizado en AerChemMIP), SSP4-3,4, SSP4-6,0 y SSP5-3,4-OS. También se muestra una barra azul indicativa en el lado derecho, que indica el efecto de la acción de mitigación, que reduce los niveles de temperatura en 2100 y a lo largo del siglo XXI, dependiendo del respectivo escenario de referencia y del nivel de mitigación. Fuente: Meinshausen et al., 2019.

La figura 3 ofrece una idea de los cambios en la temperatura para las diferentes SSP, y permite compararlos con los asociados a los RCP. El CMIP6 ha establecido como escenarios principales (denominados Tier 1) los SSP1(2.6), SSP2(4.5), SSP3(7.0) y SSP5(8.5). A diferencia del CMIP5, CMIP6 amplía el Tier 1 de 2 a 4 escenarios (figura 4).

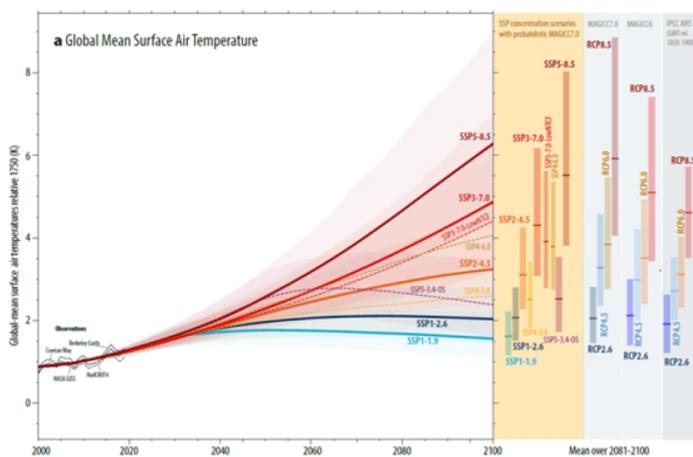


Figura 3. Comparación de las proyecciones ilustrativas de la temperatura media global en superficie en los escenarios SSP y RCP. Las temperaturas medias mundiales se indican en relación con los niveles preindustriales (1750), normalizados a 0,92°C durante el período 1995-2014. Las series temporales para el periodo 2000-2100 se muestran para los nueve SSP en relación con 1750, con líneas sólidas en negrita que indican los escenarios SSP de mayor prioridad y líneas discontinuas finas que indican otros escenarios denominados de "nivel 2". Las zonas sombreadas indican los intervalos de confianza del 5% al 95% para cada escenario. Los gráficos de barras ilustran la media de 2081-2100 en relación con 1750 para los nueve SSP (área sombreada en amarillo con gráficos de barras), y los escenarios RCP, utilizando la misma configuración de MAGICC7.0 (área sombreada de barras en gris claro a la izquierda) y una configuración anterior de MAGICC6

utilizada en el momento del AR5 del IPCC (área gris claro a la derecha). También se muestra el rango probable de los promedios de aumento de la temperatura según el AR5 del IPCC para ese período, basado en múltiples líneas de evidencia (conjunto de barras sombreadas en gris oscuro a la derecha). Los datos de observación de las temperaturas medias globales de la superficie, normalizados durante el mismo período 1986-2005, se muestran para Berkeley Earth (negro sólido), Cowtan & Way (guiones largos), HadCRUT4 (guiones pequeños) y NASA GISS (guiones). Fuente: Meinshausen et al., 2019.

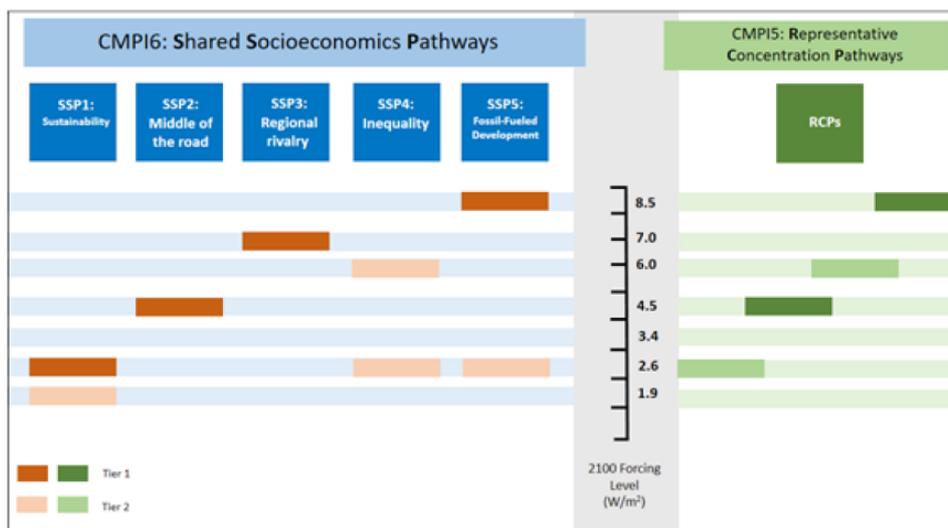


Figura 4. Comparación entre los escenarios definidos en la CMIP6 y los definidos en la CMIP5. El nivel 1 y el nivel 2 se definen como los escenarios que deben proporcionar de forma obligatoria y opcional, respectivamente, todos los modelos climáticos que forman parte de cada fase del CMIP. Elaboración propia basada en O'Neill et al, 2016.

El nuevo CMIP6 incorpora más MC (más de 70), con nuevos modelos, más complejos y de mayor resolución. Tan importantes cambios hacen que los estudios realizados con MC anteriores probablemente serán considerados en poco tiempo obsoletos técnicamente, de forma que la comunidad científica recomendará el uso de las proyecciones generadas por este CMIP6, y dejar de utilizar MC anteriores.

### **Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathways, SSP)**

Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathways, SSP por sus siglas en inglés) describen futuros alternativos de desarrollo socioeconómico y representan, a partir de una narrativa y de variables cuantitativas, cómo podría evolucionar el mundo en las décadas siguientes y qué desafíos suponen esos cambios para la mitigación y la adaptación ([Arnell et al., 2004](#); [O'Neill et al., 2014](#); [Ebi et al., 2014](#)). Por ejemplo, proponen considerar la evolución de las economías, los niveles de desigualdad futuros, y el cambio demográfico y tecnológico, entre otros. Elementos que inciden sobre los niveles de emisiones de GEI y que, a la par, pueden afectar las alternativas para adaptarse a los impactos del cambio climático.

Las SSP asumen la ausencia de efectos del cambio climático ya que no incluyen variables ambientales ni políticas climáticas sobre mitigación y adaptación ([Kriegler et al., 2012](#)), analizando estos elementos como "externos"; es decir, su objetivo es producir escenarios integrados que incluyan tanto los supuestos socioeconómicos como los ambientales que serían afectados por el cambio climático y las políticas climáticas, a través de su diseño ([Kriegler et al., 2010](#)).

Un aspecto esencial en la conceptualización de las SSP son las narrativas que acompañan a los escenarios y que se describen en dos dimensiones: 1) los desafíos que las condiciones socioeconómicas representan para la adaptación, y 2) los retos que representarían para la mitigación. Con base en ello, se obtienen escenarios que, de manera plausible, representan condiciones socioeconómicas y ambientales (pero no climáticas) y sus desafíos para ejecutar las acciones políticas de mitigación y adaptación.

### **Escenario SSP370: Rivalidad regional (un camino rocoso)**

El resurgimiento del nacionalismo, las preocupaciones sobre la competitividad y la seguridad y los conflictos regionales empujan a los países a centrarse cada vez más en cuestiones nacionales o, como mucho, regionales. Las políticas cambian con el tiempo para orientarse cada vez más hacia cuestiones de seguridad nacional y regional. Los países se centran en alcanzar los objetivos de seguridad energética y alimentaria dentro de sus propias regiones a expensas de un desarrollo de base más amplia. Disminuyen las inversiones en educación y desarrollo tecnológico. El desarrollo económico es lento, el consumo es intensivo en materiales y las desigualdades persisten o empeoran con el tiempo. El crecimiento de la población es bajo en los países industrializados y alto en los países en desarrollo. Una baja prioridad internacional para abordar las preocupaciones ambientales conduce a una fuerte [degradación ambiental](#) en algunas regiones.

Fuentes:

Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social ([http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-72102017000300669](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000300669))