

Cambio Climático, Adaptación y Mercados de Carbono

Plan Génesis · Volumen II – Análisis Climático Sectorial

NDC actualizado, mercados de carbono VCS+Gold Standard, conservación amazónica, energía verde, hidrógeno verde, bonos verdes.

Fecha de proyecto: Mayo 2026.

LXXXII.1 INTRODUCCIÓN: VENEZUELA EN EL RÉGIMEN CLIMÁTICO INTERNACIONAL

LXXXII.1.1 Estado Actual del Compromiso Venezolano

La República Bolivariana de Venezuela ratificó el **Acuerdo de París** mediante Ley Aprobatoria publicada en Gaceta Oficial N° 41.156 del **29 de mayo de 2017** y depositó el instrumento de ratificación ante el Secretario General de Naciones Unidas, convirtiéndose en parte del régimen climático internacional. Sin embargo, durante el período 2017–2025, la implementación nacional ha sido limitada:

- La **Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)** original presentada por Venezuela en 2017 estableció un compromiso de reducción del **20% de emisiones para 2030** respecto a un escenario tendencial (Business as Usual, BAU), sin línea de base específica ni metas sectoriales detalladas.
- No se publicó **NDC actualizada en 2020** (incumplimiento del ciclo de actualización quinquenal del Acuerdo de París).
- Venezuela no presentó **estrategia de largo plazo (LT-LEDS)** ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC).
- La participación de Venezuela en COPs sucesivas ha sido reducida en alcance y compromisos.

LXXXII.1.2 Inventario de Emisiones Venezolano

Las emisiones de gases de efecto invernadero de Venezuela, aunque modestas en comparación global ($\approx 0.4\%$ de emisiones globales), son **altamente intensivas en carbono por unidad de PIB** debido a:

Fuente de Emisiones	% del Total Nacional	Comentario
Sector energía (petróleo, refinación, electricidad)	~58%	Quema de gas en upstream, refinación intensiva
Cambio de uso del suelo (deforestación)	~22%	Deforestación amazónica, Arco Minero
Agricultura y ganadería	~10%	Ganadería extensiva en Llanos
Industria (cemento, acero, aluminio)	~7%	CVG, cemento
Residuos	~3%	Vertederos sin tratamiento

Emisiones totales 2020 (último inventario disponible): ~177 MtCO₂e (millones de toneladas CO₂ equivalente).

Emisiones totales 2024 (estimación): ~165 MtCO₂e (descenso por contracción económica, no por política climática efectiva).

Venezuela mantiene ratios de **emisiones de gas asociado a producción petrolera (gas flaring)** entre los más altos del mundo: aproximadamente **35 metros cúbicos por barril producido**, comparado con 8 m³/bbl en Brasil y 12 m³/bbl en México (datos World Bank Global Gas Flaring Reduction Partnership).

LXXXII.2 NDC ACTUALIZADA DE VENEZUELA BAJO PLAN GÉNESIS

LXXXII.2.1 Compromisos Cuantitativos

El Plan Génesis prevé la presentación, en el **primer año de vigencia**, de una **NDC actualizada** ante la UNFCCC con los siguientes compromisos:

Meta	Valor	Año Objetivo	Línea Base
Reducción absoluta de emisiones	50%	2035	2005 (200 MtCO2e)
Net zero (carbono neutralidad)	0 emisiones netas	2050	n/a
Reducción de gas flaring	>90%	2030	35 m³/bbl actual
Cobertura de energía renovable en matriz eléctrica	30%	2035	0% no-hidro actual
Reforestación acumulada	2.0 millones hectáreas	2035	0
Cero deforestación en Amazonas Venezolano	absoluto	2030	n/a

LXXXII.2.2 Estrategia de Largo Plazo (LT-LEDS)

La **Estrategia de Largo Plazo de Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero al 2050** se presentaría en el **Año 2 del Plan Génesis** ante UNFCCC, articulando trayectorias sectoriales:

Sector	Trayectoria 2025 → 2050
Generación eléctrica	Descarbonización plena (mix 75% hidro + 25% solar/eólica/nuclear pequeña)
Sector petrolero	Carbon Capture and Storage (CCS) en upstream, eliminación gas flaring, electrificación de operaciones
Refinación	Hidrógeno verde como vector energético interno; CCS en procesos high-emission
Industria pesada (CVG, cemento)	Eficiencia energética + electrificación con renovables
Transporte terrestre	50% flota eléctrica al 2050 (Cap. LXIX hub automotriz China)
Aviación	Sustitución de SAF (Sustainable Aviation Fuel) al 30% al 2040
Marítimo	Combustibles verdes (hidrógeno, amoníaco verde)
Agricultura	Prácticas regenerativas, reducción de deforestación
Residuos	Capture de metano de vertederos, economía circular

LXXXII.3 ADAPTACIÓN COSTERA: CARIBE Y DELTA DEL ORINOCO

LXXXII.3.1 Vulnerabilidad Climática de Venezuela

Venezuela presenta vulnerabilidad climática heterogénea con tres zonas críticas:

A. Costa Caribeña (Estados Falcón, Aragua, Carabobo, Distrito Capital, Vargas/La Guaira, Miranda, Anzoátegui, Sucre, Nueva Esparta, Delta Amacuro)

- 2,800 km de litoral
- Población costera vulnerable: ~12 millones (40% del total nacional)
- Activos críticos costeros: refinería CRP (Falcón), terminales de exportación de crudo (José, Puerto La Cruz), aeropuerto internacional Maiquetía, puertos La Guaira y Puerto Cabello
- Riesgo principal: **incremento del nivel del mar** (proyección 0.4–0.8 m al 2100), **intensificación de huracanes** (zona inicialmente baja vulnerabilidad pero en migración norte por warming)

B. Delta del Orinoco

- Superficie: 25,000 km² delta activo
- Población: ~120,000 habitantes (mayoría comunidades warao indígenas)
- Riesgo: salinización por intrusión marina, alteración de regímenes hidrológicos, desplazamiento de comunidades indígenas

C. Andes Venezolanos

- Glaciares andinos en retroceso terminal (Sierra Nevada de Mérida)
- Pico Humboldt (último glaciar venezolano) declarado "perdido" en 2024 según mediciones del Instituto Geográfico Simón Bolívar — Venezuela es el primer país andino sin glaciares
- Riesgo: alteración de regímenes hídricos andinos, impacto sobre embalses, agricultura cafetalera

LXXXII.3.2 Plan Maestro de Adaptación Costera

Inversión total proyectada: **\$8 mil millones durante 2026–2040**, financiada con:

- Bonos verdes soberanos (Cap. LXVIII): \$4 mil millones
- Green Climate Fund (GCF): \$1.5 mil millones
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Climate Action Window: \$1.0 mil millones
- Fondo de Adaptación: \$0.5 mil millones
- Cooperación bilateral (Países Bajos, Alemania, Francia, Reino Unido): \$1.0 mil millones

Componentes:

- 1. Defensas costeras "verdes" + grises:** restauración de manglares (60,000 hectáreas en costa caribeña), arrecifes coralinos artificiales, dunas restauradas; rompeolas y muros de contención en zonas críticas (La Guaira, Puerto Cabello, José).
- 2. Reubicación planificada** de comunidades en zonas de alta exposición (Vargas, Delta Amacuro).
- 3. Sistema de alerta temprana** integrado al Servicio Hidrometeorológico Nacional reformado.
- 4. Modernización de infraestructura crítica** con estándares climáticos resilientes.

LXXXII.4 MERCADOS DE CARBONO: VCS + GOLD STANDARD

LXXXII.4.1 Oportunidad Comercial

Venezuela posee **uno de los mayores potenciales latinoamericanos de generación de créditos de carbono** por:

- **45.6 millones de hectáreas de bosque tropical** (datos FAO 2024), incluyendo bosques amazónicos en Estados Bolívar y Amazonas
- **3.7 millones de hectáreas de manglares y humedales costeros**
- **Tasa actual de deforestación de 0.4% anual** (principalmente en Arco Minero) susceptible de reducción a cero con régimen efectivo
- **Capacidad de reforestación a gran escala** en zonas degradadas

LXXXII.4.2 Estructura del Programa Nacional de Carbono

El Plan Génesis prevé la constitución de la **Autoridad Nacional de Mercados de Carbono (ANMC)** con autonomía operativa, mandato:

1. Acreditación de proyectos bajo estándares internacionales:

- **Verra Verified Carbon Standard (VCS):** estándar más utilizado globalmente, mercado voluntario líder
- **Gold Standard:** estándar premium con co-beneficios sociales obligatorios
- **CDM (Clean Development Mechanism)** post-revisión Article 6.4 del Acuerdo de París
- **REDD+** (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation Plus)

1. Registro nacional de créditos generados, transados, retirados

2. Coordinación con Article 6 del Acuerdo de París para créditos transables internacionalmente (ITMOs — Internationally Transferable Mitigation Outcomes)

3. Régimen tributario aplicable: regalía única del Cap. I (4% sobre ingreso operativo neto) sin tributación adicional sobre ingresos de mercados de carbono

LXXXII.4.3 Tipologías de Proyectos y Generación Esperada

A. Proyectos REDD+ (Reducción de Deforestación)

Cobertura geográfica prioritaria: **Amazonas Venezolano (Estados Amazonas y Bolívar)**, donde el Plan Génesis prevé el cierre del Arco Minero (Cap. IX y XXXI).

Proyecto	Hectáreas	Generación Anual (tCO2e)	Tipo Crédito
Reserva Amazonas-Sur (Manapiare)	4.0M	8M	REDD+ Nested
Parque Nacional Canaima ampliado	3.0M	5M	REDD+ Conservation
Cuenca alta del Caroní	2.5M	4M	REDD+ Watershed
Cuenca del Caura	5.5M	9M	REDD+ Indigenous-led
Sierra de Imataca	2.0M	3M	REDD+ Mining-buffer
Total REDD+	17.0M	29M	—

A precio promedio de \$12/tCO2e (estándar mercado voluntario premium 2024–2030), generación bruta anual: **\$348M**.

B. Proyectos de Reforestación y Restauración (ARR – Afforestation, Reforestation, Revegetation)

Proyecto	Hectáreas	Generación Anual (tCO2e)
Restauración post-minería (Bolívar)	200K	1.5M
Reforestación industrial sostenible (Cap. L Forestal)	800K	5M
Manglares costeros	80K	0.6M
Bosques nativos urbanos	50K	0.3M
Total ARR	1.13M	7.4M

A precio promedio de \$18/tCO2e (premium ARR): generación anual **\$133M**.

C. Proyectos de Reducción de Emisiones (Energía y Procesos)

Proyecto	Generación Anual (tCO2e)
Eliminación de gas flaring petrolero	8M
Sustitución generación termoeléctrica diesel por solar/eólica	4M
Captura de metano en vertederos	1.5M
Eficiencia energética industrial	2M
Total Energía/Procesos	15.5M

A precio promedio de \$8/tCO2e (estándar técnico): generación anual **\$124M**.

LXXXII.4.4 Proyección Agregada de Mercados de Carbono

Año	Generación Total (MtCO2e/año)	Precio Promedio (\$/t)	Ingreso Bruto (mmUSD)	Ingreso Neto Plan Génesis (mmUSD)
Y3	8	\$10	\$80	\$48
Y5	22	\$12	\$264	\$158
Y7	38	\$15	\$570	\$342
Y10	52	\$18	\$936	\$562
Y15	65	\$25	\$1,625	\$975
Y20	70	\$35	\$2,450	\$1,470

(Ingreso neto = ingreso bruto - 40% de retorno a desarrolladores de proyectos, comunidades, costos administrativos)

Acumulado al Año 10: ~\$2.0 mil millones de ingreso bruto. Plan Génesis proyecta **\$2.0 mil millones acumulado de ingreso fiscal venezolano** del programa de carbono al Año 10, escalando a **\$8–12 mil millones acumulados al Año 20.**

LXXXII.4.5 Comparables Internacionales

País	Generación Anual de Créditos (MtCO2e)	Ingreso Anual (mmUSD)	Notas
Brasil	~85	~\$1,200	Líder REDD+ Amazonas
Colombia	~40	~\$500	Programa robusto
Perú	~25	~\$300	REDD+ amazónico
Indonesia	~110	~\$1,500	Manglares y bosques
Venezuela proyectado Y10	~52	~\$936	Comparable con Colombia escalado

LXXXII.5 CONSERVACIÓN DEL AMAZONAS VENEZOLANO

LXXXII.5.1 Patrimonio Amazónico Venezolano

El **Amazonas venezolano**, comprendiendo los Estados Amazonas (180,145 km²) y zonas amazónicas del Estado Bolívar (240,528 km²), representa aproximadamente **45 millones de hectáreas de bosque tropical** y constituye una pieza ecológica continental crítica:

- **Cuenca del río Orinoco** y sus afluentes (Caroní, Caura, Ventuari, Casiquiare)
- **Conexión hidrológica al sistema amazónico** vía el brazo Casiquiare (único caso mundial de bifurcación hidrográfica natural de gran escala)
- **Hogar de 19 pueblos indígenas reconocidos** (Yanomami, Pemón, Yekuana, Piaroa, Yabarana, Hoti, Sanema, Kurripako, Bare, Baniwa, Yeral, Warao, Kariña, Pumé, Makushi, Akawaio, Arawak, Eñepá, Mapoyo)
- **Reservas de biodiversidad** entre las más altas del planeta por unidad de superficie

LXXXII.5.2 Plan de Conservación Amazónica

Componente 1: Cierre del Arco Minero del Orinoco

El Plan Génesis (Cap. IX y XXXI) prevé el **cierre operacional del Arco Minero del Orinoco** establecido en 2016, con:

- Restauración ambiental progresiva de zonas degradadas
- Fiscalización mediante imágenes satelitales (Planet Labs, Sentinel-2 ESA, Landsat NASA)
- Régimen sancionatorio reforzado contra minería ilegal en zonas amazónicas
- Cooperación con Brasil, Colombia, Guyana en frontera amazónica

Componente 2: Expansión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas

- Ampliación del **Parque Nacional Canaima** y zonas de amortiguación
- Creación de la **Reserva de Biosfera Caura** (5.5M ha)
- Reconocimiento del **Territorio Indígena Yanomami** (8.0M ha) con régimen de autonomía conforme al Convenio 169 OIT
- Total áreas protegidas amazónicas: 23M ha al Año 10 (vs. 15M ha actual)

Componente 3: Cooperación Amazónica Regional

- Integración a la **Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA)** con participación activa
- Programa **Visión Amazónica 2050** coordinado con Brasil, Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador, Surinam, Guyana
- Acuerdos bilaterales con Brasil sobre frontera amazónica (incluyendo coordinación sobre minería ilegal cross-border)

Financiación:

- Amazon Fund (Brasil) extensión a Venezuela: \$300M durante 10 años
- Norway Climate and Forest Initiative: \$200M
- Global Environment Facility (GEF): \$150M
- Fondo Soberano Plan Génesis afectación amazónica: \$500M
- **Total:** ~\$1,150M

LXXXII.6 ENERGÍA VERDE: 30% RENOVABLES AL Y10

LXXXII.6.1 Matriz Eléctrica Actual

Fuente	% Mix Actual (2025)	Capacidad (MW)
Hidroeléctrica (Guri + otras)	~67%	14,000 instalada / 9,000 efectiva
Termoeléctrica diesel/gas	~33%	17,000 instalada / 4,500 efectiva
Solar	<1%	<50
Eólica	<1%	<100
Total efectivo	100%	~13,500 MW efectivo

La matriz eléctrica venezolana es predominantemente hidro (Cap. XI), pero la generación termoeléctrica de respaldo es altamente carbono-intensiva. La integración de solar y eólica es casi inexistente en 2025.

LXXXII.6.2 Plan Energía Verde Y10

Conforme al Cap. XI restaurado del Plan Génesis:

Fuente	% Mix Y10	Capacidad Y10 (MW)
Hidroeléctrica modernizada	60%	16,500
Solar fotovoltaica	15%	4,000
Eólica (Falcón, Sucre, Paraguaná)	10%	2,800
Termoeléctrica con CCS	12%	3,300
Nuclear pequeña modular (SMR)	3%	800
Total	100%	27,400 MW

Inversión proyectada en renovables: \$18 mil millones durante Y1–Y10, atraída mediante:

- Subastas competitivas de capacidad solar y eólica
- Power Purchase Agreements (PPAs) en dólares con plazos de 20 años
- Garantías de pago vía Banco Mundial y BID
- Compradores objetivo: Acciona Energía, Iberdrola, EDF Renewables, EDP Renováveis, Engie, ENGIE Brasil, AES Corporation, Brookfield Renewable Partners

LXXXII.6.3 Proyectos Eólicos Pioneros

Parque Eólico Paraguaná II (Falcón): 800 MW con turbinas onshore en zona de vientos alisios constantes (>9 m/s promedio anual). Inversión: \$1.4 mil millones. Operador objetivo: Acciona o Iberdrola.

Parque Eólico La Guajira venezolana (Zulia): 600 MW. Inversión: \$1.0 mil millones.

Parque Eólico Sucre (Costa de Sucre): 400 MW.

LXXXII.6.4 Proyectos Solares Estratégicos

Zonas de alta irradiación: Llanos de Apure (5.8 kWh/m²/día promedio), Falcón (5.5 kWh/m²/día), Anzoátegui (5.3 kWh/m²/día).

Parque Solar Apure-Sur: 1,500 MW. Inversión: \$1.8 mil millones.

Parque Solar Falcón-Norte: 800 MW. Inversión: \$0.9 mil millones.

Parque Solar Anzoátegui Industrial: 700 MW (suministro al complejo José). Inversión: \$0.8 mil millones.

LXXXII.7 HIDRÓGENO VERDE: VENEGREEN H2

LXXXII.7.1 Estrategia VeneGreenH2

Conforme al Cap. XVII (greenfield) del Plan Génesis, la iniciativa **VeneGreenH2** desarrolla la cadena de hidrógeno verde venezolana:

Componente 1: Producción Hub Falcón

- Electrólisis alimentada por parque eólico Paraguaná II
- Capacidad: 200,000 t/año H2 verde al Y10
- Inversión: \$2.5 mil millones
- Operador: joint venture con Linde, Air Liquide, Plug Power

Componente 2: Hub Anzoátegui Industrial

- Electrólisis alimentada por parque solar Anzoátegui
- Aplicación: amoníaco verde para fertilizantes (sustitución importaciones)
- Capacidad: 150,000 t/año H2 verde
- Inversión: \$1.8 mil millones

Componente 3: Aplicación Doméstica

- Sustitución de hidrógeno gris (de gas natural) en refinerías por hidrógeno verde
- Aplicación en CVG (siderúrgica con hidrógeno como reductor)
- Mezcla con gas natural en redes urbanas (5% blending)

Componente 4: Exportación

- Infraestructura de licuefacción / amoníaco verde para exportación
- Mercados objetivo: Europa (vía corredores marítimos), Caribe (electricidad firme), USA (corredor de hidrógeno transcontinental)

LXXXII.7.2 Proyección Económica VeneGreenH2

Año	Producción H2 (kT/año)	Precio FOB (\$/kg)	Ingreso Anual (mmUSD)
Y3	20	\$5.50	\$110
Y5	90	\$4.80	\$432
Y7	220	\$4.20	\$924
Y10	350	\$3.80	\$1,330

LXXXII.8 BONOS VERDES SOBERANOS

LXXXII.8.1 Programa de Emisión

Conforme al Cap. LXVIII, Venezuela emite **bonos verdes soberanos** con uso de fondos exclusivamente afectado a proyectos climáticos, conforme al **Green Bond Principles** del International Capital Market Association (ICMA) y al **EU Green Bond Standard**.

Calendario de emisiones:

Año	Emisión Bruta (mmUSD)	Acumulado	Cupón	Plazo
Y3	\$500M	\$500M	7.5%	10 años
Y4	\$750M	\$1,250M	7.0%	12 años
Y5	\$1,000M	\$2,250M	6.5%	15 años
Y6	\$1,500M	\$3,750M	6.0%	15 años
Y7	\$1,500M	\$5,250M	5.5%	20 años
Y8	\$1,500M	\$6,750M	5.5%	20 años
Y9	\$1,500M	\$8,250M	5.0%	20 años
Y10	—	\$8,250M	—	—

Total emisión Y3–Y9: \$8.25 mil millones (consistente con Cap. LXVIII).

LXXXII.8.2 Inversionistas Objetivo

- **PIMCO Climate Bond Strategies**
- **BlackRock Climate Action ETF series**
- **Norway Government Pension Fund Global (GPF)**
- **Caisse de Dépôt et Placement du Québec (CDPQ)**
- **Allianz Climate Solutions**
- **AXA Investment Managers**
- **Generation Investment Management (Al Gore + David Blood)**

LXXXII.8.3 Uso de Fondos

Conforme al Green Bond Framework:

Categoría	% Asignación
Energía renovable (solar, eólica)	40%
Hidrógeno verde	15%
Adaptación costera	15%
Reforestación y conservación	12%
Eficiencia energética industrial	10%
Transporte limpio (hub automotriz Cap. LXIX)	8%

LXXXII.9 COOPERACIÓN INTERNACIONAL

LXXXII.9.1 IPCC y UNFCCC

Venezuela renueva participación activa en:

- **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change):** contribución científica venezolana al Sexto/Séptimo Reportes
- **UNFCCC:** presencia técnica robusta en COPs sucesivas
- **SBI/SBSTA (Subsidiary Bodies):** participación regular

LXXXII.9.2 COPs y Sede Posible

Venezuela presenta candidatura para hospedar una **COP latinoamericana** durante la década 2030–2040, posicionándose como anfitrión de cumbre climática hemisférica con énfasis en transición energética justa y biodiversidad amazónica.

LXXXII.9.3 Comparables Latinoamericanos

Costa Rica — Net Zero 2050

Costa Rica adoptó plan de **carbono neutralidad al 2050** ratificado en 2019, con NDC actualizada que establece reducción del 1.95 millones de tCO₂e anual al 2030 vs BAU. La economía costarricense generaba al 2024 más del 99% de electricidad de fuentes renovables (hidro + geotérmica + eólica + solar). El modelo costarricense — pequeña economía, sin sector petrolero, con tradición conservacionista — no es replicable directamente en Venezuela, pero su trayectoria normativa ofrece marco conceptual.

Chile — NDC Reforzada 2024

Chile actualizó su NDC en marzo 2024 con compromisos reforzados:

- Net zero al 2050
- Reducción del 35% en emisiones absolutas al 2030 vs 2018
- 65% capacidad eléctrica renovable al 2030
- Cierre de centrales a carbón al 2040

Chile es referente regional en transición energética (mercado eléctrico competitivo, subastas de PPA con precios de US\$20-30/MWh para solar y eólica). Plan Génesis adopta el marco regulatorio chileno como benchmark.

Colombia — NDC y COP16

Colombia hospedó la **COP16 sobre Biodiversidad** en Cali (octubre-noviembre 2024). La NDC colombiana actualizada 2020 compromete reducción del 51% de emisiones al 2030 vs BAU. Colombia opera mercado de carbono regulado desde 2017.

LXXXII.10 CONCLUSIÓN

El Plan Génesis transforma a Venezuela de actor climático marginal — con NDC débil, alto carbon flaring, deforestación amazónica activa, y matriz eléctrica desbalanceada — en líder regional con: NDC actualizada de net zero al 2050; programa de mercados de carbono generador de \$2 mil millones de ingreso fiscal al Año 10; matriz eléctrica con 30% renovables; conservación amazónica de 23 millones de hectáreas en áreas protegidas; bonos verdes soberanos por \$8.25 mil millones; iniciativa VeneGreenH2 con producción de 350 kT/año al Año 10. La transformación climática del Plan Génesis no es solo cumplimiento de compromisos internacionales; es palanca económica de desarrollo, generadora de ingresos fiscales nuevos, atractora de inversión privada (PIMCO, BlackRock, Norway GPF, CDPQ), y fundamento de la inserción venezolana en cadenas globales de bajo carbono que dominarán la economía mundial 2030–2050.

[Continúa en Capítulo LXXXIII: Sector Marítimo, Pesca Industrial y Acuicultura]