

Programa Nuclear SMR + Uranio

Plan Génesis · Volumen II — Pilar 3 del nuevo SEN

Programa nuclear pacífico modular venezolano basado en SMR **GE Vernova BWRX-300** (300 MW BWR clase III+), 4 unidades = 1,200 MW operativas a finales de la década de 2030. Habilitado por el operativo NNSA-IAEA-UK de remoción de HEU del RV-1 IVIC (abril 2026), la ratificación pendiente del Protocolo Adicional CSA, y el 123 Agreement Venezuela-EE.UU. como prerequisite de transferencia tecnológica.

Fecha de compilación: 10 de mayo de 2026.

Cada cifra técnica, capex y fecha lleva URL fuente. Cifras sin fuente directa: [APROXIMACIÓN A VERIFICAR] con base del cálculo declarada.

LXXXVII.1 LA VENTANA NUCLEAR VENEZOLANA 2026

LXXXVII.1.1 El operativo HEU-RV-1 (abril 2026) — la primera prueba pública de buena fe nuclear

Entre el 18 y el 29 de abril de 2026, la US National Nuclear Security Administration (NNSA), coordinada con la International Atomic Energy Agency (IAEA), el gobierno del Reino Unido y el Gobierno de Transición de Venezuela, completó la **remoción de 13.5 kg de uranio altamente enriquecido (HEU, >20% U-235)** del reactor de investigación **RV-1** del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Miranda. El reactor RV-1 está apagado desde 1991. El material fue trasladado por tierra unos 160 km hasta Puerto Cabello, embarcado en buque especializado operado por **Nuclear Transport Solutions (Reino Unido)** y entregado al **Savannah River Site (Carolina del Sur, EE.UU.)** para reprocesamiento como HALEU (High-Assay Low-Enriched Uranium).

Fuentes: [IAEA Press Release — RV-1 fuel transport](#) ; [MercoPress 9 mayo 2026](#).

Significado político. El operativo HEU-RV-1 es **la primera prueba pública verificable** de la capacidad operativa del Gobierno de Transición venezolano para coordinar una operación nuclear bajo salvaguardias internacionales completas. Es, en términos de política nuclear bilateral, el equivalente exacto de la "ground truth" que la NRC y el DOE estadounidenses requieren antes de iniciar el proceso interno de evaluación de un 123 Agreement. El Plan Génesis lo trata como **el evento ancla** que abre la ventana de negociación 2026–2028 con Washington, Viena (IAEA) y la red de socios occidentales nucleares.

LXXXVII.1.2 Las tres palancas convergentes para un programa nuclear venezolano viable

Palanca	Estado 2026
Recursos uraníferos identificados	Navay (Táchira) 42,000 t U estimadas, IAEA Red Book 1986; Cuenca Roraima potencial Athabasca-Kombolgie; Cerro Impacto polimetálico con U subordinado
Tecnología SMR comercialmente disponible	BWRX-300 (GE Vernova) en construcción Darlington Ontario; Holtec SMR-300 en aplicación NRC Palisades; Westinghouse AP300 hacia certificación 2027; NuScale VOYGR-77 con SDA mayo 2025
Ventana política única	Gobierno de Transición + operativo HEU-RV-1 + posibilidad de 123 Agreement EE.UU.-Venezuela 2026–2028

LXXXVII.1.3 Recomendación operativa del Plan Génesis

Escenario A conservador — 1 sitio × 4 × BWRX-300 = 1,200 MW, capex agregado **USD 6–8 mil millones**, M0 → M96 first criticality unidad 1, M120 cuarta unidad COD comercial. Combustible importado fase 1. EPC consortium **GE Vernova + Bechtel + Aecon** (mismos partners que el primer build BWRX-300 en Darlington). Marco regulatorio **Ley Orgánica de Energía Nuclear Pacífica (LOENP)** con creación de la **Autoridad Reguladora Nuclear Venezolana (ARNV)** modelada en NRC + CNSC + ASN.

LXXXVII.2 RESERVAS URANÍFERAS VENEZOLANAS

LXXXVII.2.1 Navay (Táchira) — el único depósito uranífero significativo registrado

Único depósito uranífero significativo de Venezuela registrado en el IAEA Red Book: **San Joaquín de Navay, estado Táchira**, rocas fosfáticas uraníferas tipo Cretácico Tardío hospedadas en la Formación Navay.

Atributo	Valor	Fuente
Reservas U estimadas	42,000 toneladas métricas	IAEA INFCIS Country Profile Venezuela ; UN iLibrary UNFC application
Reservas roca fosfática asociada	~96,000 toneladas	IAEA INFCIS
Clasificación UNFC	Exploration Project (no recurso comercializable hasta nueva confirmación)	UN iLibrary
Ley del mineral	0.002–0.027% U (baja ley)	USGS Open-File 91-632
Modelo de explotación	Co-extracción con fosfato fertilizante (única ruta económicamente viable)	USGS

LXXXVII.2.2 Cuenca de Roraima (Bolívar, Amazonas)

Potencial geológico tipo Athabasca/Kombolgie, exploración limitada históricamente. Las rocas precámbricas del Grupo Roraima son areniscas fluviales con conglomerados menores cerca de la base, similares a los anfitriones de los grandes depósitos canadienses (Athabasca) y australianos (Kombolgie). Estimaciones gubernamentales históricas (1980s, comunicación Chávez-Iran) hablan de ~50,000 toneladas de mineral radioactivo en occidente + Cuenca Roraima sur, cifra [APROXIMACIÓN A VERIFICAR independientemente con airborne radiometric survey moderno].

El Plan Génesis presupuesta un **airborne radiometric survey integral del Escudo de Guayana** con metodología moderna por **USGS y Canadian Nuclear Laboratories (CNL)** en los primeros 24 meses del Programa Nuclear — costo [APROXIMACIÓN A VERIFICAR: \$20–40 millones] — antes de comprometer Capex de minería.

Fuente: [INIS-IAEA Uranium prospection Venezuela](#) ; [Time Magazine Chávez to Iran](#).

LXXXVII.2.3 Cerro Impacto (Bolívar) — depósito polimetálico con U subordinado

Cerro Impacto **NO fue descubierto en 1947**. Fue descubierto en el último trimestre de 1971 por el equipo de la División de Investigaciones Aplicadas de CODESUR (Comisión para el Desarrollo del Sur). Es una estructura anular oval de 10 km de diámetro con lateritización hasta ~200 m de profundidad enriquecida en Ba, Nb, REE y Th —probablemente meteorización profunda de una carbonatita.

Concentraciones por % peso de óxido: Ce 6.5, La 2.7, Nb 0.5, Th 0.4, Y 0.16, Nd 0.84, Ba 57.8.

Uranio: la razón U:Th es 2:1, pero el contenido absoluto de U es demasiado bajo para constituir objetivo económico primario. El U se recupera como subproducto del Th-REE-Nb. **Cerro Impacto NO es un yacimiento uranífero primario** y NO debe ser la base del fuel cycle nacional.

Fuentes: [USGS MRDS #10060415](#) ; [USGS REE Database #118](#) ; [Marino — Cerro Impacto PDF](#).

LXXXVII.2.4 Estado actual de Venezuela en el IAEA Red Book

La edición más reciente del Red Book IAEA-NEA (Uranium 2024) **no lista a Venezuela como productor de uranio**. El país permanece en la categoría "potencial geológico sin recursos identificados RAR" (Reasonably Assured Resources). Mover Venezuela a la categoría RAR requiere campañas de exploración modernas — uno de los entregables del Programa Nuclear Y1–Y5.

Fuente: [NEA Red Book 2024 PDF](#).

LXXXVII.3 LOS BLOQUEOS REGULATORIOS — Y CÓMO RESOLVERLOS

LXXXVII.3.1 Bloqueo crítico: Protocolo Adicional al CSA no firmado

Venezuela es **uno de seis Estados que aún no han firmado el Protocolo Adicional al CSA con IAEA**, junto con Argentina, Brasil, Corea del Norte, Egipto y Siria. Esto es un **bloqueo crítico**: sin Protocolo Adicional firmado, ningún 123 Agreement con EE.UU. es viable bajo el marco actual del Atomic Energy Act 1954.

Acción del Plan Génesis Y1: la Asamblea Nacional ratifica el Protocolo Adicional dentro de **12 meses de la promulgación de la LOENP**, prerequisite explícito del 123 Agreement.

Fuente: [IAEA Safeguards Legal Framework](#) ; [IAEA Comprehensive Safeguards Status List](#).

LXXXVII.3.2 Estado de acuerdos vigentes

Instrumento	Estado VE	Año
Tratado de Tlatelolco (zona libre armas nucleares)	Estado Parte, bajo OPANAL	1967 (vigente)
NPT (No Proliferación)	Firmado 1 jul 1968, ratificado 25 sep 1975	1968/1975
CSA con IAEA (Salvaguardias Comprehensivas)	En vigor, CSA #1467	1982
Protocolo Adicional al CSA	NO firmado	—

Fuentes: [OPANAL Venezuela](#) ; [NTI Tlatelolco Treaty](#).

LXXXVII.3.3 Acuerdos bilaterales fallidos previos

Contraparte	Año	Status
Rusia-Rosatom (Ramírez/Kiriyenko + Medvedev/Chávez)	2008, 2010 — acuerdo expandido para 2 x 1,200 MW + reactor de investigación	Suspendido tras Fukushima 2011 , nunca reactivado
Argentina-INVAP/CNEA	2005 — carta de intención para CAREM modular en Faja del Orinoco (vapor inyectable en crudos pesados)	Nunca se materializó

El Plan Génesis adopta una **lección operativa explícita**: Argentina y Brasil "en su mayoría rechazaron las solicitudes de cooperación nuclear de Venezuela" (Carnegie Endowment). La cooperación nuclear venezolana **debe estar anclada en EE.UU.** vía 123 Agreement como prerrequisito, con socios LATAM (Argentina INVAP) e internacionales (Canadá AECL/CNL, Francia EDF/Framatome, Reino Unido) como **complementos**, no como alternativas.

Fuentes: [Bloomberg 15 oct 2010](#) ; [Nuclear power in Venezuela — Wikipedia](#) ; [Carnegie Endowment — Venezuela Nuclear Profile](#) ; [NTI Venezuela Overview](#).

LXXXVII.4 TECNOLOGÍA SMR — POR QUÉ BWRX-300 GE VERNOVA

LXXXVII.4.1 Por qué SMR (no FOAK gigante)

El grid eléctrico venezolano tiene una demanda pico actual de ~15.6 GW (abril 2024) y una demanda proyectada Y10 post-recuperación industrial de ~25–28 GW. La regla operativa estándar de planificación de grid es **single-unit capacity $\leq 5\text{--}7\%$ del grid** para resiliencia ante trips de unidad. Aplicado a Venezuela Y10 (~25 GW): **unidad máxima $\leq 1,250\text{--}1,750$ MW**, lo que descarta automáticamente la opción APR-1400 (KEPCO Barakah, 1,400 MW por unidad) en la primera fase y favorece SMR en el rango 300–500 MW.

LXXXVII.4.2 Cuadro comparativo SMR – los candidatos serios 2026

Reactor	MWe	Vendor	Estado regulatorio	Primer build	First criticality	Capex \$/kW	Idoneidad VE
BWRX-300	300	GE Vernova Hitachi	ESBWR-base certified; CNSC approval Darlington 2026	Darlington en obra	2030	~\$12.5K/kW (FOAK Darlington); NOAK ~\$7–9K/kW	Alta
AP300	300	Westinghouse	Target certificación 2027	Sin sitio activo	~2033	~\$10–13K/kW	Media-alta (post-2027)
SMR-300	300–340	Holtec	Aplicación NRC dic 2025–feb 2026	Palisades (Michigan)	Principios 2030s	~\$3.3–5K/kW (estimación industry)	Media-alta
VOYGR-77	77/módulo	NuScale	SDA NRC mayo 2025	Sin sitio activo	TBD	~\$9–10K/kW	Media (CFPP cancelado nov 2023)
Rolls-Royce SMR	470	Rolls-Royce	UK GDA en curso	Wylfa contrato firmado abr 2026	Mediados 2030s	~\$5.5–6.8K/kW FOAK	Media (sin track exportador)
ACR-300	300	INVAP (Argentina)	Patente US otorgada	Atucha (plan Milei)	2030 target	TBD	Estratégica (cooperación regional)
HPR1000 / Hualong One	1,100	CNNC/CGN	n/a (chino)	4 unidades operativas	N/A	\$2,650–3,000/kW	Descartado (geopolítica)
APR-1400	1,400	KEPCO	DC NRC 2019	Barakah 4 unidades operativas	n/a	\$3,642/kW (Barakah)	Alta capex pero tamaño excede prudencia grid VE

Fuentes: [GE Vernova BWRX-300](#) ; [OPG Darlington SMR](#) ; [ANS Newswire 12 mayo 2025](#) ; [World Nuclear News Darlington construction contract](#) ; [NuScale Press Release mayo 2025](#) ; [Westinghouse AP300 Reg-Plan](#) ; [Neutron Bytes Holtec NRC](#) ; [Rolls-Royce SMR contract 13 abril 2026](#) ; [Wikipedia Hualong One](#) ; [Wikipedia APR-1400](#).

LXXXVII.4.3 Por qué BWRX-300 — los cinco criterios decisivos

1. **Vendor occidental, NRC-licensed ESBWR-base** — alineación con anchor strategy del Plan Génesis (GE Vernova) y compatibilidad con 123 Agreement.
2. **Primer build occidental en construcción real** — Darlington (Ontario, OPG) inició construcción mayo 2025, first criticality target 2030. Es **el único SMR occidental con sitio activo y construcción física iniciada** a 2026.
3. **Capex documentado, no estimado** — gobierno Ontario aprobó **CAD 20.9 mil millones (~USD 15 mil millones) para 4 unidades** = ~\$12.5K/kW capex EPC total incluyendo obra civil + transmisión + primer ciclo de combustible. Contrato Aecon-Kiewit firmado por CAD 1.3 mil millones (~\$934 millones). Aprendizaje NOAK esperado lleva costos a \$7–9K/kW para builds 2–4.
4. **Tecnología BWR madura** — derivada del ESBWR ya certificado por NRC; simplified Mark III containment; experiencia operativa global BWR >60 años.
5. **EPC consortium replicable** — los mismos partners de Darlington (GE Vernova + Bechtel + Aecon + Kiewit) son los que el Plan Génesis propone para Venezuela, capitalizando learning curve global.

Por qué NO los alternativos:

- **NuScale CFPP cancelado nov 2023** tras escalada de capex de USD 3.6B a USD 9.3B — el riesgo de cancelación está documentado y vivo. Fuente: [E&E News NuScale cancel](#).
- **AP300 sin sitio** — certificación target 2027, primer power-to-grid ~2033. Demasiado tarde para la ventana política venezolana 2026–2028.
- **Holtec SMR-300** competitivo pero aún sin certificación de diseño, FOAK risk significativo.
- **Rolls-Royce SMR** — tecnología UK sin track record exportador fuera del Reino Unido; certificación regulatoria fuera del UK pendiente.
- **CAREM-25 / ACR-300 INVAP** — CAREM-25 lleva 12+ años con construcción detenida nuevamente (septiembre 2024, 85% avance estructural, despidos masivos). ACR-300 anunciado por Milei marzo 2025 pero sin FOAK activo. **Riesgo técnico alto en primera fase**; reservado para Escenario C (cooperación regional fase 2).

Fuentes: [WNN Nucleoeléctrica CAREM-25 contracted](#) ; [NEI Magazine CAREM setbacks](#) ; [WNN Argentina aiming for SMR](#).

LXXXVII.5 ESCENARIO A — 4 × BWRX-300 GE VERNOVA = 1,200 MW

LXXXVII.5.1 Configuración técnica

Atributo	Valor
Tecnología	GE Vernova Hitachi BWRX-300 (300 MW BWR Gen III+)
Configuración	1 sitio × 4 unidades = 1,200 MW
Eficiencia agregada	~33% térmica → eléctrica (BWR estándar)
Factor de planta esperado	95% (referencia Darlington)
Generación anual esperada	~10 TWh/año
Vida útil de diseño	60 años (extensible a 80 con SLR)

LXXXVII.5.2 Capex y cronograma

Tramo	Valor
Capex EPC total	USD 6–8 mil millones (segundo build BWRX-300 mundial, descuento parcial sobre \$12.5K/kW Darlington FOAK por learning curve)
Equity sponsor	25–30%
Senior debt multilateral (IFC + IDB + EBRD + CAF + EXIM Bank vía 123 Agreement)	45–50%
ECA-backed (Export-Import Bank EE.UU. + EDC Canadá)	20–25%
Bonos verdes (Apollo / KKR / EIG Global)	10%

Hito	Mes
M0	Acuerdo bilateral 123 + carta de intención GE Vernova/Bechtel/Aecon
M12	Sitio confirmado vía IAEA SSG-9 sísmico + EIA nacional + consulta comunitaria
M24	Licenciamiento de construcción ARNV (modelado en NRC 10 CFR Part 52)
M36	Inicio movilización módulos prefabricados (RPV manufactured Canadá/Italia)
M72	Estructura civil + Mark III containment completados unidad 1
M84	First fuel load unidad 1
M96	First criticality unidad 1 → power-to-grid
M108	First criticality unidad 2
M120	First criticality unidades 3+4 (cascada 12–18 meses)

LXXXVII.5.3 Sitios candidatos

El Plan Génesis evalúa tres sitios costeros norte cercanos al corredor 765 kV existente Guri-Malena-San Gerónimo-Centro. La selección final requiere estudio sísmico IAEA SSG-9, evaluación tsunami para sitios costeros, consulta comunitaria formal, y EIA nacional integral:

Sitio candidato	Ventajas	Riesgos / desventajas
1. Zona Carenero (Miranda)	Acceso costero Caribe; agua de mar refrigeración; cercanía Caracas/centro de carga; conexión rápida a red 400 kV La Horqueta	Riesgo sísmico subducción Caribe + falla El Pilar — requiere estudio SSG-9 detallado
2. Costa Falcón (Punto Fijo / Paraguaná)	Agua de mar; sismicidad menor que sistema El Pilar; infraestructura petrolera existente (Amuay-Cardón) facilita logística módulos prefabricados; cercanía al cluster eólico Paraguaná del Cap. LXXXVIII	Distancia al corredor 765 kV mayor; requiere extensión transmisión
3. Costa de Anzoátegui (Barcelona-Puerto La Cruz)	Equilibrio entre carga (centro/oriente) y conexión 765 kV vía San Gerónimo; cercanía a complejos PDVSA y al Sitio 1 CCGT del Cap. LXXXVI	Concentración de infraestructura energética estratégica genera consideración de single point of failure

LXXXVII.5.4 Combustible nuclear — fase 1 importado

Fase 1 (Y0–Y15): combustible importado desde **EE.UU./Canadá/Kazajistán** — uranio enriquecido a 4.95% U-235 fabricado por **Westinghouse / Framatome / Cameco**. Requiere 123 Agreement firmado.

Fase 2 (Y15+): co-desarrollo de refinación de U3O8 doméstico desde Navay (con co-extracción fosfato fertilizante) + conversión a UF6 con socio internacional (Cameco, Urenco, o INVAP). Enriquecimiento sub-contratado a Argentina (INVAP) o Cameco/Urenco bajo Protocolo Adicional y safeguards plena. Esta fase es **opcional** y se evalúa post-Y10 según economía global del uranio (spot price > \$150/lb justifica fuel cycle doméstico; <\$100/lb no).

LXXXVII.5.5 EPC consortium objetivo

Anchor único hardcoded: GE Vernova. A diferencia del Pilar 2 CCGT (Capítulo LXXXVI) que tiene Siemens Energy y GE Vernova como anchors duales, **el Pilar 3 nuclear tiene a GE Vernova como único anchor.** La razón es estructural: **Siemens vendió su participación en Areva NP a Framatome en 2017** y ya no opera como vendor nuclear primario en occidente. GE Vernova (vía GE Hitachi Nuclear Energy) es el único vendor anchor del Plan Génesis con (a) tecnología SMR madura, (b) primer build occidental en construcción, (c) alineación con 123 Agreement EE.UU.

Rol	Empresa	Justificación
Reactor + nuclear island + turbine	GE Vernova / GE Hitachi Nuclear Energy	Vendor anchor único; provee BWRX-300 + turbina vapor + generador
Construction management	Bechtel	EPC nuclear global con experiencia Vogtle 3-4, Barakah supporting; estándar industry
Construction execution civil	Aecon (Canadá)	Partner Darlington — replica de partnership exitoso
Site preparation + balance of plant	Kiewit (US)	Alternative civil contractor; reserva
Regulatory consulting	NRC US + CNSC Canadá (entrenamiento ARNV)	Modelo FANR-UAE

LXXXVII.5.6 Resumen Escenario A

Métrica	Valor
Capacidad operativa Y10	1,200 MW (4 × BWRX-300)
Capex agregado	USD 6–8 mil millones
Cronograma M0 → M120	10 años
Generación anual esperada al 95% factor planta	~10 TWh/año
Tarifa LCOE estimada según WACC	\$50–80/MWh
Empleos directos construcción pico	5,000–8,000
Empleos directos operación Y10	800–1,200 por sitio
Emisiones CO ₂ evitadas vs. CCGT equivalente	~5–6 Mt CO ₂ /año

LXXXVII.6 LEY ORGÁNICA DE ENERGÍA NUCLEAR PACÍFICA (LOENP)

La LOENP es prerrequisito legal de cualquier 123 Agreement y de la licencia de construcción ARNV. Sus siete artículos esenciales:

LXXXVII.6.1 Artículo 1 — Autoridad Reguladora Nuclear Venezolana (ARNV)

- Organismo regulador **independiente**, presupuesto autónomo.
- Directora nombrada por la Asamblea Nacional con ratificación de 2/3.
- Funciones: licenciamiento, inspección, decommissioning, gestión combustible gastado.
- Modelo institucional: **NRC US + CNSC Canadá + ASN Francia + FANR UAE.**
- Personal técnico inicial: 50–80 inspectores entrenados por NRC y CNSC en programa de 3 años.

LXXXVII.6.2 Artículo 2 — Compromiso de salvaguardias internacionales

- **Ratificación del Protocolo Adicional al CSA dentro de 12 meses** de promulgación (prerrequisito 123 Agreement).
- Reafirmación de NPT y Tlatelolco.
- Cooperación plena con IAEA, OPANAL.

LXXXVII.6.3 Artículo 3 – Standards técnicos

Adopción referencial de:

- **NRC 10 CFR Part 50/52** (licenciamiento reactores).
- **NRC 10 CFR Part 73** (seguridad física).
- **IAEA Safety Standards Series:** SSR-2/1, SSR-2/2, **SSG-9 sísmico**.

Hasta que ARNV emita reglamentación venezolana equivalente. Fuente: [IAEA SSG-9 PDF](#).

LXXXVII.6.4 Artículo 4 – Régimen de responsabilidad civil

Equivalente al **Price-Anderson Act** estadounidense:

Capa	Cobertura	Fuente
Primaria	Seguro obligatorio ~\$500M por sitio (estándar NRC 2024)	NRC Nuclear Insurance Backgrounder
Secundaria	Mutual industry pool	NRC
Terciaria	Estatutal hasta \$16B agregado	DOE Price-Anderson ; Wikipedia Price-Anderson

Adicionalmente, adhesión a la **Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage (CSC)** del IAEA.

LXXXVII.6.5 Artículo 5 – Gestión de residuos

- Almacenamiento intermedio in-situ (pool + cask seco) **60 años post-operación** — modelo Diablo Canyon.
- **Repositorio geológico profundo nacional Y15+** target post-2040 — referencia metodológica **Onkalo (Finlandia)**, primer repositorio operativo del mundo.
- Costo de referencia Onkalo: €1B construcción + €4B operación 100 años ≈ \$5.4B total.
- Venezuela debería presupuestar un **fondo de gestión de residuos con tarifa nuclear de ~\$0.001/kWh** para acumular USD 3–5 mil millones en 60 años de operación — cubre repositorio doméstico al fin del horizonte.
- **Lección Yucca Mountain (EE.UU.):** archivado 2010 tras \$9 mil millones invertidos por falta de consenso comunitario. La definición de sitio del repositorio venezolano debe priorizar consulta comunitaria temprana sobre eficiencia geológica pura.

Fuentes: [WNN Geological repositories](#) ; [Wikipedia Onkalo](#).

LXXXVII.6.6 Artículo 6 – Régimen tributario nuclear

- Exención IVA importación combustible nuclear y componentes Class 1.
- Régimen de estabilidad fiscal 30 años (cláusula tipo Concesión Petrolera).
- Vacaciones fiscales 10 años primer ciclo operativo (alineado con ITC nuclear modelo IRA EE.UU.).

LXXXVII.6.7 Artículo 7 – Reserva Geológica Nuclear

Declaración como **Reserva Geológica Nuclear** de las áreas:

- Navay-Táchira (yacimiento uranífero primario).
- Cuenca Roraima sur-Bolívar (potencial Athabasca-Kombolgie).
- Cerro Impacto-Cedeño (Bolívar) — administración bajo CVG-reformada o Corporación Nacional de Energía Nuclear (CNEN).

LXXXVII.7 COOPERACIÓN INTERNACIONAL – CRONOGRAMA

LXXXVII.7.1 M0–M12: Establecimiento del marco

Mes	Hito
M0–M3	Gobierno de Transición firma carta de intención con NRC US, IAEA y DOE-NNSA — capitaliza goodwill HEU-RV-1 (abril 2026)
M3–M6	Asamblea Nacional aprueba LOENP en sesión expedita. Ratifica Protocolo Adicional IAEA
M6–M9	EE.UU. inicia consultas internas para 123 Agreement Venezuela (notificación al Congreso US por 90 días sesión continua + cumplimiento 9 criterios no proliferación Sección 123 Atomic Energy Act 1954)
M9–M12	Firma 123 Agreement Venezuela-EE.UU. — Venezuela se incorpora como 51º país cubierto por los 27 acuerdos 123 vigentes

Fuentes: [State Dept 123 Agreements](#) ; [DOE NNSA 123 Agreements](#) ; [CRS RS22937](#) ; [Arms Control Association factsheet](#).

LXXXVII.7.2 M12–M36: Cooperación operativa con socios

Socio	Vehículo	Contenido
EE.UU. – NRC	Contrato consulting + entrenamiento ARNV	Modelo FANR-UAE durante Barakah; entrenamiento inspectores
EE.UU. – DOE / EXIM Bank	Financiamiento BWRX-300 + suministro combustible	\$2–3B ECA-backed
Canadá – CNL / AECL	Cooperación exploración uranífera (Roraima similar a Athabasca) + tecnología fabricación combustible	Joint mapping + airborne survey
Argentina – INVAP / CNEA	MoU joint venture ACR-300 (escenario C) + acceso fabricación combustible MTR	Cooperación bilateral resucitada (post-2005 fallido)
Corea del Sur – KEPCO / KHNP	MoU evaluación APR-1400 para escala futura + transferencia metodológica Barakah	Reserva para Escenario B
Francia – EDF / Framatome	Consultoría regulatoria (ASN model) + suministro combustible alternativa	Diversificación fuel supply
Reino Unido	Continuación cooperación post-RV-1 (Nuclear Transport Solutions) + evaluación Rolls-Royce SMR	Alternativa tecnológica
IAEA	Country Programme Framework (CPF) renovado	Asistencia técnica creación ARNV + integración ANSN, ALANS

LXXXVII.7.3 M36–M84: Construcción Escenario A

- Selección sitio confirmada vía IAEA SSG-9 sísmico, EIA nacional, consulta comunitaria.
- EPC consortium adjudicado vía proceso competitivo internacional.
- Movilización módulos prefabricados (RPV BWRX-300 manufactured Canadá/Italia).
- Construcción civil + montaje on-site 24–36 meses.

LXXXVII.7.4 M84–M96: Commissioning y first criticality

- Carga de combustible inicial (importado).
- Pruebas en frío + caliente.
- **First criticality unidad 1** → power-to-grid.
- Unidades 2–4 en cascada cada 12–18 meses subsiguientes.

LXXXVII.7.5 M96–M120: Operación inicial Escenario A completo

- 4 × BWRX-300 = 1,200 MW operativos.
- Inicio Fase 2 (Escenario B Sitio 2 o ACR-300 INVAP) según performance Escenario A.

LXXXVII.8 ESCENARIOS B Y C — EXPANSIÓN POST-Y10

LXXXVII.8.1 Escenario B — Mixto, 2 sitios × 4 SMR = 2,400 MW

- Sitio 1 (Carenero / Falcón / Anzoátegui) — 4 × **BWRX-300** (cierre Escenario A).
- Sitio 2 (sitio alternativo seleccionado) — 4 × **Holtec SMR-300** o **AP300 Westinghouse** (diversifica vendor risk).
- Capex: **USD 12–16 mil millones**.
- Cronograma: M0 → M120 ambos sitios operativos.
- Justificación: diversifica vendor risk, distribuye carga geográficamente, opera ~12% del peak demand Y10+ (~20 GW proyectado).

LXXXVII.8.2 Escenario C — Ambicioso integrado, 3 sitios × 4 SMR + fuel cycle doméstico = 3,600 MW

- Sitios 1+2+3: BWRX-300 / SMR-300 Holtec / ACR-300 INVAP joint venture.
- **Fuel cycle doméstico**: minería Navay-Táchira + planta concentrado U3O8 + conversión UF6 + enriquecimiento subcontratado a Argentina (INVAP) o Cameco/Urenco bajo Protocolo Adicional plena.
- Capex total: **USD 25 mil millones** (incluye \$5B fuel cycle nacional).
- Cronograma: 15 años (M0 → M180).
- Riesgo: minería uranífera Táchira con leyes muy bajas (0.002–0.027%) requiere co-producción con fosfato fertilizante; competitividad económica vs. spot price uranio.

LXXXVII.8.3 Recomendación final

Ejecutar **Escenario A primero** durante años 1–10. Lanzar Escenario B en año 7 **si Escenario A llega a M84 sin sobrecostos > 25%**. Reservar Escenario C para **post-2040** cuando el fuel cycle global se haya estresado por demanda SMR mundial.

LXXXVII.9 RIESGOS Y MITIGACIONES CRÍTICAS

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Mitigación
123 Agreement bloqueado en Congreso US	Media	Alto (proyecto entero)	Lobbying bipartidista; leverage operativo HEU-RV-1; condicionar a Protocolo Adicional firmado
Protocolo Adicional rechazado en Asamblea Nacional VE	Baja-Media	Alto	Educación pública; leverage Tratado Tlatelolco vigente
Vendor SMR retrasa first criticality >24 meses	Media-Alta	Medio	Contrato EPC con liquidated damages, delivery date guaranteed, vendor performance bond
Sobrecostos capex >25% (lección NuScale-UAMPS)	Alta	Alto	Contrato precio fijo turnkey (Barakah model) en lugar de cost-plus
Crisis política Venezuela revierte gobierno transición	Media	Crítico	Estructurar inversión a través de tratado bilateral con cláusula de stability + arbitraje internacional ICSID
Riesgo sísmico subducción Caribe / falla El Pilar	Media	Crítico	Cumplimiento estricto IAEA SSG-9, base de diseño $\geq 0.3g$ PGA, evaluación tsunami para sitios costeros
Oposición ambiental tepuy / Reserva Imataca	Alta	Medio	NO operar minería uranífera en parques nacionales; limitar exploración Roraima a fuera de área protegida
Spot price uranio sube >\$150/lb	Media	Bajo	Pre-compra combustible Kazajistán/Cameco con contratos a 10 años desde M12

LXXXVII.10 IMPACTO AGREGADO ESCENARIO A Y10–Y15

Métrica	Valor
Capacidad operativa Y10	1,200 MW (4 × BWRX-300 GE Vernova)
Generación anual factor 95%	~10 TWh/año
Cuota de la matriz eléctrica nacional Y10	~4–5% del consumo
Capex agregado	USD 6–8 mil millones
Empleos directos construcción pico	5,000–8,000
Empleos directos O&M Y15 (con expansión Escenario B inicial)	~1,500–2,000
Empleos universitarios habilitados — programa Ingeniería Nuclear cooperación USB-MIT-Argonne	50 estudiantes/año post-graduados
LCOE estimado WACC 8%	\$50–65/MWh
LCOE estimado WACC 12% (riesgo país inicial)	\$70–80/MWh
Emisiones CO ₂ evitadas vs. CCGT equivalente Y15	~5–6 Mt CO ₂ eq/año
Geopolítica	Primer país petrolero LATAM en diversificar matriz hacia nuclear post-petróleo

LXXXVII.11 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO Y PUENTE AL CAPÍTULO LXXXVIII

Venezuela puede tener **1,200 MW nucleares operativos para finales de la década de 2030** si y sólo si:

1. El Gobierno de Transición ratifica el Protocolo Adicional al CSA dentro de 12 meses.
2. La Asamblea Nacional promulga la Ley Orgánica de Energía Nuclear Pacífica (LOENP) creando la ARNV.
3. EE.UU. y Venezuela firman el 123 Agreement en el primer año.
4. La selección de tecnología confirma **GE Vernova BWRX-300** (única SMR occidental con primer build en construcción real) + EPC consortium GE Vernova + Bechtel + Aecon (mismos partners que Darlington).
5. El sitio costero norte se confirma cerca del corredor 765 kV existente.
6. El combustible se importa fase 1; la exploración doméstica Roraima + Navay como opción fase 2.

Venezuela no será líder regional nuclear —Argentina y Brasil tienen 50+ años de programa—. Pero **puede ser el primer país petrolero latinoamericano que diversifica matriz hacia nuclear post-petróleo**, mensaje geopolítico tan importante como la electricidad misma.

El Pilar 4 del Plan Génesis eléctrico (Capítulo LXXXVIII) es complementario y simultáneo al programa nuclear: 15 GW de renovables (solar utility-scale, solar distribuido residencial, microgrids comunitarios, eólica costera Paraguaná y BESS utility) que cubren un tercio del consumo nacional al Y10. Renovables y nuclear no compiten: cubren ventanas operacionales diferentes del SEN (renovables = variable de bajo costo, nuclear = base load firme de cero emisiones).

Fin del Capítulo LXXXVII. Procede el Capítulo LXXXVIII —
Renovables masivos: 15 GW solar + eólica + storage +
microgrids con anchor vendors Siemens Gamesa + GE
Vernova Wind.