

Código de Red y Energías Renovables

Diálogos Sectoriales
Perspectivas y desafíos en metrología
Visión 2030



GOBIERNO DE
MÉXICO

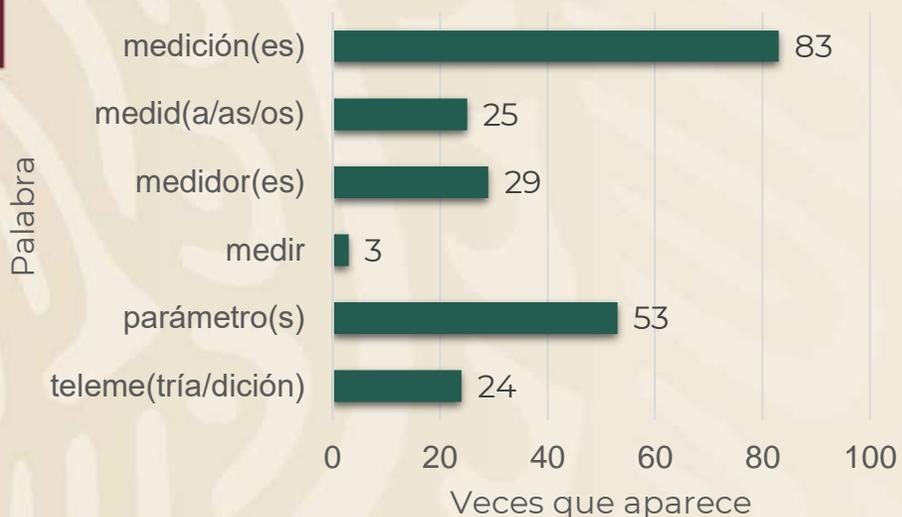




***“Lo que no se define no se puede medir.
Lo que no se mide, no se puede mejorar.
Lo que no se mejora, se degrada siempre.”***

*William Thomson Kelvin
físico y matemático
(1824 – 1907)*

Introducción



Existen otros términos relacionados con las energías renovables, que no aparecen más de 10 veces cada uno como: viento, eólica, solar, fotovoltaica, geotérmica, hidroeléctrica, entre otros.



Las Disposiciones Administrativas de Carácter General que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional: Código de Red, han sido emitidas por la **Comisión Reguladora de Energía (CRE)** conforme lo dispone el **artículo 12, fracción XXXVII**, de la **Ley de la Industria Eléctrica (LIE)**.

La primera versión del Código de Red se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 8 de abril del 2016, mediante la Resolución Núm. RES/151/2016.

La **versión vigente del Código de Red** se publicó en el **DOF el 31 de diciembre del 2021**, a través de la Resolución Núm. **RES/550/2021**.

Micrositio en el portal web de la CRE

<https://www.gob.mx/cre/articulos/codigo-de-red>

CÓDIGO DE RED



- Resolución
- Antecedentes
- Comité Consultivo de Confiabilidad
- Preguntas Frecuentes
- Reportes de Confiabilidad del SEN



¿Qué es el Código de Red?

Es el documento que establece los requerimientos técnicos mínimos para el desarrollo eficiente de los procesos de: Planeación; Control Operativo y Físico; Acceso y Uso de la Infraestructura Eléctrica.

Objetivo:

Permitir e incentivar que el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), se desarrolle, mantenga, opere, amplíe y modernice de manera coordinada con base en requerimientos técnicos-operativos, y de una manera eficiente, viable, factible y económica en beneficio del interés general, bajo principios de acceso abierto y no indebidamente discriminatorio.



El Código de Red establece las disposiciones, criterios y requerimientos técnicos para que el SEN funcione y se desarrolle con un **“nivel adecuado de Confiabilidad”*** y en términos de:

- ✓ **Eficiencia**
- ✓ **Calidad**
- ✓ **Confiabilidad**
- ✓ **Continuidad**
- ✓ **Seguridad**
- ✓ **Sustentabilidad**



*Mantenerse dentro de los límites operativos, con reservas y capacidad de soportar la contingencia sencilla más severa

Disposiciones Generales del Sistema Eléctrico Nacional



Criterios técnicos generales	Aplicable a:									
	SENER	CRE	CENACE	CFE Transmisión	CFE Distribución	Centrales eléctricas	Centros de carga	Generadores	Comercializadores	Usuarios calificados participantes del mercado
1. Proceso de planeación (P)	●	●	●	●	●					
2. Operación del SEN (OP)		●	●	●	●	●	●	●	●	●
3. Interconexión para centrales eléctricas (INTE)		●	●	●	●	●		●		
4. Conexión de centros de carga (CONE)		●	●	●	●		●		●	
5. Red eléctrica inteligente en materia de telemetría, interoperabilidad y seguridad informática (REI)		●	●	●	●	●	●	●	●	●
6. Sistemas eléctricamente aislados (SEA)			●	●	●	●	●	●	●	●

Su integración inicia con: introducción, objetivo, alcance, aplicación, estructura, prelación jerárquica, revisión, actualización, supervisión, vigilancia, incumplimiento, sanciones, resolución de controversias, definición y notificación de casos fortuitos y de fuerza mayor, carga de la prueba, circunstancias no previstas y glosario;

Disposiciones operativas del Sistema Eléctrico Nacional

Manual regulatorio de:	Aplicable a:									
	SENER	CRE	CENACE	CFE Transmisión	CFE Distribución	Centrales eléctricas	Centros de carga	Generadores	Comercializadores	Usuarios calificados participantes del mercado
1. Planeación del SEN	●	●	●	●	●	●		●	●	●
2. Estados operativos del SEN		●	●	●	●	●	●	●	●	●
3. Control y operación de la generación y recursos de demanda controlable del SEN			●			●		●		
4. Coordinación Operativa		●	●	●	●	●	●	●	●	●
5. Requerimientos técnicos para la interconexión de centrales eléctricas al SEN		●	●	●	●	●		●		
6. Requerimientos técnicos para la conexión de centros de carga al SEN		●	●	●	●		●			

Disposiciones operativas del Sistema Eléctrico Nacional

Procedimiento para:	Aplicable a:									
	SENER	CRE	CENACE	CFE Transmisión	CFE Distribución	Centrales eléctricas	Centros de carga	Generadores	Comercializadores	Usuarios calificados participantes del mercado
1. Control de tensión			●	●	●	●	●			
2. Administración de licencias			●	●	●	●	●	●	●	●
3. Despacho de generación			●			●		●		
4. Reducción de generación por confiabilidad			●	●	●	●				
5. Restablecimiento			●	●	●	●	●		●	
6. Comunicación y Coordinación operativa			●	●	●	●	●	●	●	●
7. Coordinación entre CENANCE-Transportista-Suministrador para el control operativo y físico de usuarios conectados en alta tensión			●	●	●	●	●		●	
8. Identificación de la causa raíz de disturbios de alta y media relevancia en la RNT y las RGD que pertenecen al MEM y que ocasionen interrupción del suministro eléctrico		●	●	●	●	●	●	●	●	●
9. Coordinación entre CENACE-Transportista-Central eléctrica interconectada en alta tensión, para el control operativo y físico de sus instalaciones en los procesos de comunicación operativa, maniobras, administración de licencias y atención a disturbios			●	●		●		●		

Supervisión y vigilancia*

- La interpretación y vigilancia del Código de Red **corresponde a la CRE.**
- La CRE se apoya del **CENACE, Transportista y Distribuidor para llevar a cabo los actos de monitoreo y vigilancia del cumplimiento del Código de Red** que considere necesarios, siempre y cuando estén debidamente justificados. Asimismo, la CRE lleva a cabo **actos de inspección por conducto de los servidores públicos que tenga adscritos o mediante Unidades de Inspección.**
- Existe un trámite** para la atención de quejas, inconformidades o controversias respecto a la aplicación del Código de Red.



*Apartado B.2 del Código de Red

** Apartado B.4 del Código de Red <https://catalogonacional.gob.mx/FichaTramite?traHomoclave=CRE-2022-034-001-A>

Supervisión y vigilancia



A su vez, la CRE vigila el estado que guardan los Usuarios del SEN respecto al cumplimiento del Código de Red a través de los siguientes mecanismos:

- **Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de acceso abierto y prestación de los servicios en la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución de energía eléctrica**, que regula diversas actividades de medición*.
- **Requerimientos de información**, que tiene la atribución de realizar conforme al artículo 158 de la LIE, por ejemplo: la información del desempeño operativo del SEN que solicita al CENACE para la elaboración del **Reporte de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional****.
- **Seguimiento a la información***** proporcionada por los Usuarios del SEN.
- La emisión hacia la SENER de la **opinión a los programas de ampliación y modernización** propuestos por el CENACE y el Distribuidor.
- **Visitas de verificación** realizadas a los sujetos regulados, por medio de los servidores públicos adscritos a la CRE, por ejemplo: visitas de verificación a Centrales Eléctricas.

* https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5714880&fecha=23/01/2024#gsc.tab=0

** <https://www.gob.mx/cre/documentos/reporte-de-confiabilidad-del-sistema-electrico-nacional>

*** <https://www.gob.mx/cre/documentos/aviso-importante-relativo-al-cumplimiento-del-codigo-de-red?idiom=es>

Supervisión y vigilancia



Por otra parte, la Comisión se encuentra trabajando en el desarrollo de mecanismos adicionales de supervisión y vigilancia del Código de Red como lo son:

- **La actualización de la Resolución Núm. RES/941/2015***, con la finalidad de incluir el proceso para autorizar **Unidades de Inspección en materia de:**
 - ✓ **Pruebas de comportamiento de Centrales Eléctricas y Centros de Carga requeridas para su Entrada en Operación Comercial** (las cuales incluyen pruebas relacionadas con el cumplimiento del Código de Red).
 - ✓ **Evaluación del estado que guardan los Centros de Carga** respecto al cumplimiento del Código de Red.



*Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen las bases normativas para autorizar Unidades de Inspección de la industria eléctrica en las áreas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, el procedimiento aplicable a inspecciones y las condiciones de operación de las Unidades de Inspección.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5423106&fecha=20/01/2016#gsc.tab=0

El mayor soporte del Código de Red es la medición

- **Sistemas de Medición**
- **Infraestructura de Medición Avanzada (AMI)**
- **Unidades de Medición Fasorial (PMU)**
- **Instrumentación**

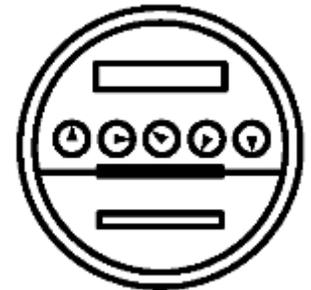
La medición es clave para las actividades de Monitoreo, Control, Operación, Protección, Comunicación, Optimización, Registro, Automatización y Sistematización.



Artículo 132 de la LIE: La CRE expedirá y aplicará la regulación necesaria en materia de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.

La CRE regulará, supervisará y ejecutará el proceso de **estandarización y normalización** [de dichas obligaciones]

- El **Código de Red** incluye disposiciones relacionadas con la medición como el **Capítulo 5. Disposiciones Generales de Red Eléctrica Inteligente en materia de Telemetría, Interoperabilidad y Seguridad de la Información (REI) para la operación del SEN.** Asimismo, hace referencia a otras disposiciones en la materia como:
- **Manual de Requerimientos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para el Sistema Eléctrico Nacional y el Mercado Eléctrico Mayorista.**
- **NOM-001-CRE/SCFI-2019.**
- **NMX-J-610-4-30-ANCE-2018 Clase A.**
- **IEC 61000-4-30 Clase A.**



Medidor Básico 1

MB1



Medidor Básico 2

MB2



Medidor Sin Calidad de la Potencia, Sin Transformador de medida
MSCP ST



Medidor Sin Calidad de la Potencia, Con Transformador de medida
MSCP CT



Medidor Con Calidad de la Potencia, Con Transformador de medida
MCCP CT



Clase de exactitud 0.5

Clase de exactitud 0.5

Clase de exactitud 0.2 y 0.2S

Clase de exactitud 0.2

Clase de exactitud 0.2

- Energía activa (kWh)
- Energía reactiva (kvar)
- Registra y almacena consumo
- Estampa de tiempo

- Energía activa (kWh)
- Energía reactiva (kvar)
- Demanda máxima (kw)
- Almacenamiento cincominutal
- Estampa de tiempo

- Energía activa (kWh)
- Energía reactiva (kvar)
- Capacidad de almacenamiento
- Estampa de tiempo
- Extracción de datos
- Comunicación y capacidad de sincronización

- Energía activa (kWh)
- Energía reactiva (kvar)
- Capacidad de almacenamiento
- Estampa de tiempo
- Extracción de datos
- Comunicación y capacidad de sincronización

- Energía activa (kWh)
- Energía reactiva (kvar)
- Calidad de la Potencia Clase A
- Capacidad de almacenamiento
- Estampa de tiempo
- Extracción de datos
- Comunicación y capacidad de sincronización

TRANSFORMADORES DE MEDIDA



Clase de exactitud 0.2S

Transformador de corriente



Clase de exactitud 0.2 y 0.2S

Transformador de medida combinado



Clase de exactitud 0.2

Transformador de potencial inductivo



Clase de exactitud 0.2

Transformador de potencial capacitivo

Incumplimiento y sanciones*



- Los Usuarios del SEN que dejen de observar, de manera grave a juicio de la CRE, las disposiciones establecidas en el Código de Red se sujetarán a las sanciones establecidas en el **artículo 165, fracción I, inciso k), y fracción II, inciso c) de la LIE.****
- La magnitud de la condición de incumplimiento será evaluada por la CRE y considerará el impacto asociado, entre otros a:
 - **Número de Usuarios Finales afectados**
 - **Tiempo de interrupción del Suministro Eléctrico.**
 - **Energía No Suministrada**
 - **Corte manual de carga no controlable**
- En función de lo anterior, además de la sanción correspondiente, se podrá requerir que el sujeto regulado presente un plan de trabajo para subsanar su condición.

*Apartado B.3 del Código de Red

** Apartados B.2 a B.8 del Código de Red.

Hitos del Código de Red



GOBIERNO DE
MÉXICO



Primera versión
del Código de Red
RES/151/2016
DOF: 08/04/2016

Revisión y
emisión de
propuestas del
Comité Consultivo
de Confiabilidad
2022 – 2023

El Código de Red
se encuentra en
proceso de
revisión para su
actualización

Segunda versión
del Código de Red
RES/550/2021
DOF: 31/12/2021

Se aprueba
regulación en
materia de
Unidades de
Inspección
A/054/2024*
26/03/2024

Continuar con la
aplicación,
supervisión y
vigilancia del
Código de Red



*El Acuerdo A/054/2024 entrará en vigor hasta un día después de su publicación en el DOF (pendiente).

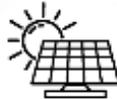
Ley de Transición Energética (Artículo 3).

XVI. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:

a) El viento;



b) La radiación solar, en todas sus formas;



c) El movimiento del agua en cauces naturales o en aquellos artificiales con embalses ya existentes, con sistemas de generación de capacidad menor o igual a 30 MW o una densidad de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie del embalse, superior a 10 watts/m²;

d) La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: de las mareas, del gradiente térmico marino, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;

e) El calor de los yacimientos geotérmicos, y



f) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.



CUADRO A1.8. EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INTERCONECTADA A LA RED (MW) DE LA CFE Y DEL RESTO DE LOS PERMISIONARIOS 2018-2022^{1/}, EXCLUYE CENTRALES EN PRUEBAS

TECNOLOGÍA	2018	2019	2020	2021 ^{2/}	2022 ^{7/}
Hidroeléctrica	12,612	12,612	12,612	12,614	12,613
Geotermoeléctrica	899	899	951	976	976
Eoloeléctrica	4,866	6,050	6,504	6,977	6,921
Fotovoltaica	1,878	3,646	5,149	5,955	6,515
Bioenergía ^{3/}	375	375	378	378	408
Híbrido FV-Batería					20
Suma limpia renovable	20,629	23,582	25,594	26,899	27,453
Nucleoeléctrica	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608
Cogeneración Eficiente ^{4/}	1,709	1,710	2,305	2,305	2,308
Suma limpia no renovable	3,317	3,318	3,913	3,913	3,916
Total energía limpia	23,946	26,900	29,506	30,812	31,369
Porcentaje	32.82	34.29	35.50	35.76	36.00
Ciclo Combinado	27,393	30,402	31,948	33,640	34,413
Térmica Convencional ^{5/}	12,315	11,831	11,809	11,793	11,343
Turbogás ^{6/}	2,960	2,960	3,545	3,744	3,815
Combustión Interna	880	891	850	701	728
Carboeléctrica	5,463	5,463	5,463	5,463	5,463
TOTAL	72,958	78,447	83,121	86,153	87,130

^{1/} Evolución de capacidad instalada a la Red Eléctrica de la CFE y del resto de los permisionarios, del 1 de enero 2018 al 31 de diciembre 2022.

^{2/} Capacidad instalada a la red de la CFE y del resto de los permisionarios, al 31 de diciembre de 2021.

^{3/} Incluye uso de biomasa, bagazo de caña, biogás y licor negro como combustibles, de acuerdo con la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

^{4/} Con base a la información del 21-ene-2021, se modificaron las centrales eléctricas de cogeneración que tienen Certificado de Energía Limpia a cogeneración eficiente CEL.

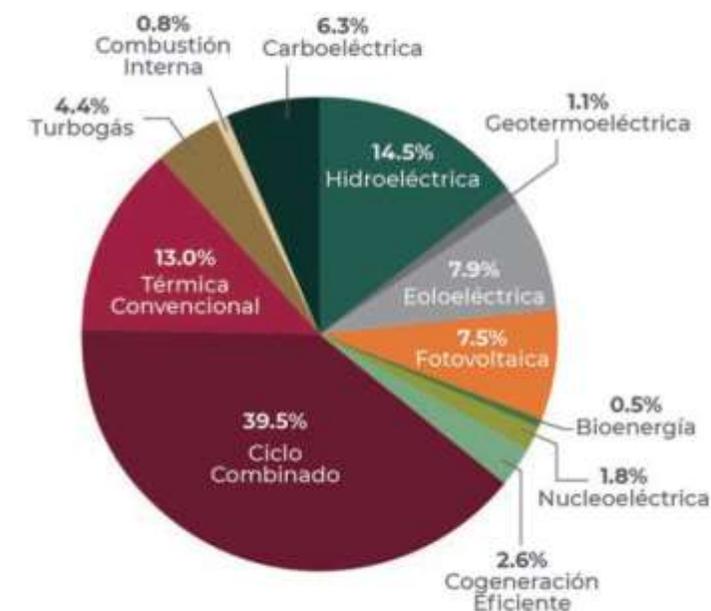
^{5/} Incluye Lecho Fluidizado.

^{6/} Incluye plantas móviles.

^{7/} Capacidad instalada a la Red Eléctrica de la CFE y del resto de los permisionarios, al 31 de diciembre de 2022.

FUENTE: Elaboración propia con información del CENACE y CRE.

FIGURA A1.9 PORCENTAJE DE LA CAPACIDAD INSTALADA POR TIPO DE TECNOLOGÍA AL 31 DE DICIEMBRE DE 2022



FUENTE: Elaboración propia con datos del CENACE.



CUADRO A1.12 EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA NETA PRODUCIDA (GWh) 2018 - 2022 INYECTADA A LA RED POR TECNOLOGÍA, CONSIDERANDO EL FACTOR DE ACREDITACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A LAS CENTRALES ELÉCTRICAS CON ACREDITACIÓN COMO COGENERADOR EFICIENTE, MÁS LAS CENTRALES ELÉCTRICAS CON CEL

TECNOLOGÍA/ FUENTE DE ENERGÍA	2018	2019	2020	2021 ^{3/}	2022 ^{4/}
Hidroeléctrica	32,234	23,602	26,817	34,717	35,561
Geotermoeléctrica	5,065	5,061	4,575	4,243	4,412
Eoloeléctrica	12,435	16,727	19,703	21,075	20,314
Fotovoltaica	2,176	8,394	13,528	17,069	16,278
Bioenergía	600	669	600	582	617
Híbrido FV-Batería					12
Suma limpia renovable	52,511	54,453	65,222	77,686	77,194
Nucleoeléctrica	13,200	10,881	10,864	11,606	10,539
Cogeneración Eficiente ^{v/}	2,310	3,259	4,188	3,349	1,376
Suma limpia no renovable	15,510	14,140	15,052	14,955	11,916
Total energía limpia	68,021	68,592	80,275	92,641	89,109
Porcentaje	21.89	21.58	25.70	28.63	26.68
Ciclo Combinado	163,877	175,506	185,638	186,715	198,355
Térmica Convencional ^{2/}	39,345	38,020	22,405	22,196	20,001
Turbogás	9,508	10,904	8,664	11,150	10,471
Combustión Interna	2,589	3,187	2,841	2,121	1,834
Carboeléctrica	27,347	21,611	12,525	8,704	14,194
TOTAL	310,685	317,820	312,348	323,526	333,963

^{v/} Se aplicó su factor de acreditación de energía limpia a las centrales COG-EF con base a la información actualizada por parte de la CRE del 14-diciembre-2022. Además, incluye la energía limpia de las centrales con Certificado de Energía Limpia (CEL).

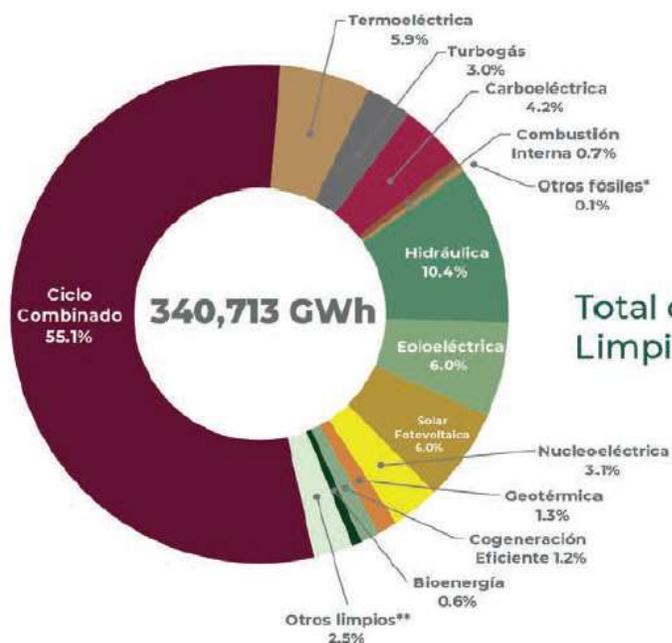
^{2/} Incluye Lecho fluidizado.

^{3/} Generación Neta de la CFE y del resto de los permisionarios ene-dic 2021.

^{4/} Generación Neta de la CFE y del resto de los permisionarios ene-dic 2022.

FUENTE: Elaboración propia con datos de CENACE, CRE y CFE.

FIGURA 4.9 GENERACIÓN TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TECNOLOGÍA 2022



Total de Energías Limpias 31.2%

NOTA: El valor total de energías limpias se obtuvo con base en las modificaciones metodológicas del Acuerdo No. A/018/2023 de la CRE, publicado en el DOF el 26 de mayo de 2023.

FUENTE: Elaboración propia con datos de CENACE, CRE y CFE.

* Otros fósiles incluye cogeneración de abasto aislado e importaciones.

** Otros limpios incluye Frenos Regenerativos, Energía libre de combustible fósil, Energía adicional por enfriamiento auxiliar y Baterías.



Fuente: PRODESEN 2023 – 2037.

Energías Renovables

Síncronas

Hidroeléctrica

Geotermoeléctrica

Otras

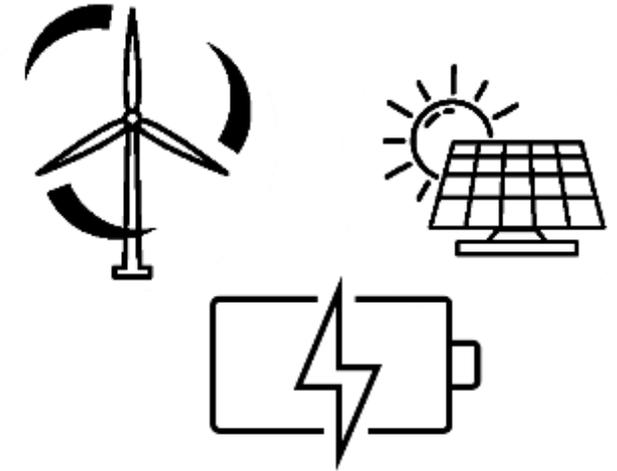
Asíncronas

Eoloeléctrica

Fotovoltaica

Otras

Variabilidad

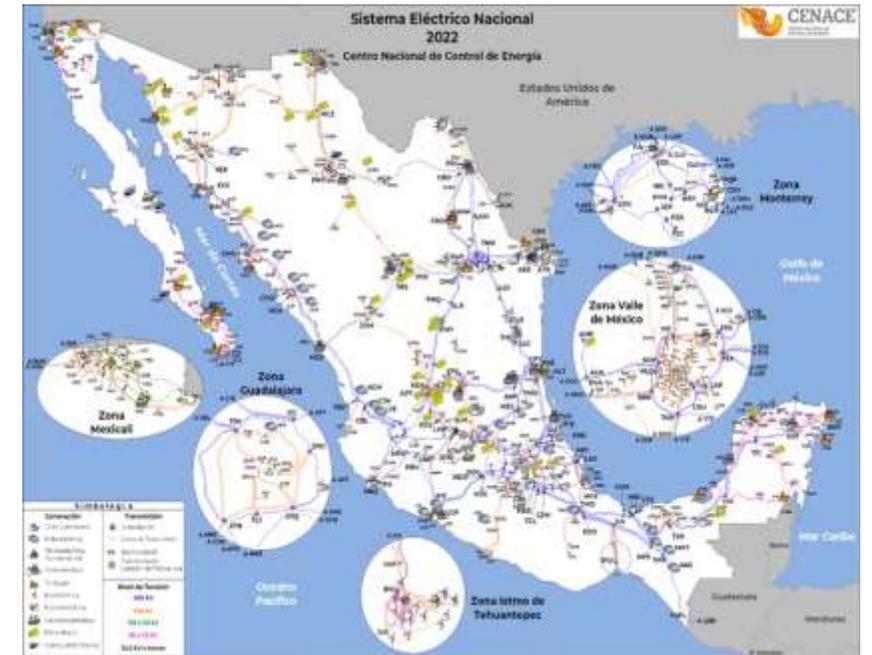


El Sistema Eléctrico Nacional requiere de Servicios Conexos y tecnologías de soporte del sistema en aras de mantener la Continuidad del Suministro. Las premisas del Código de Red incluyen que:

- La Ampliación y la Modernización de la infraestructura del SEN deben tener como objetivo la mejora continua de los niveles de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEN.
- La Interconexión de Centrales Eléctricas al SEN debe llevarse a cabo con el objetivo de mejorar los niveles de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEN.

Servicios Conexos:

- Regulación de frecuencia
- Reservas Operativas
- Reservas Suplementarias
- Soporte de Tensión y Potencia Reactiva
- Arranque de emergencia, operación en isla y conexión a bus muerto.
- Otros



Para brindar servicios, soporte o capacidad a determinadas regiones del sistema, en ocasiones se requiere de grandes inversiones en Transmisión de energía eléctrica.

El cumplimiento de la regulación y la implementación de nuevas tecnologías puede contribuir a la reducción de los costos totales de prestación del suministro eléctrico y a la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.



GRACIAS



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

