

*El constructo del Desarrollo Tecnológico de la *Energiewende* en Alemania*

Patricia Ramos Cárquez¹

«la conservación de nuestro sistema de soporte vital
forma parte de la libertad responsable.
Quien ahora explota irresponsablemente este sistema y altera la
relación ambiental, daña la solidaridad entre generaciones»
Programa Político, CDU

INTRODUCCION

Alemania lleva a cabo una transición en la fuente de su consumo energético con la intención de cubrir el abastecimiento energético del país principalmente con energías renovables. Este proceso va mucho más allá del sector energético *per se* y constituye un caso de Desarrollo Tecnológico de implicaciones notables a diversas escalas político-territoriales, desde el ámbito doméstico hasta la política energética continental, con influencia mundial.

El objetivo de esta investigación documental fue conocer la evolución socio-tecnológica del sistema energético de Alemania que derivó en la Política de transición energética vigente, para ello se aborda el modelo alemán desde los tres aspectos del Desarrollo Tecnológico: las aspiraciones colectivas, las instituciones y la innovación. Se muestra cronológicamente el constructo de sucesivas soluciones tecnológicas para necesidades específicas derivadas de particulares circunstancias geopolíticas, ambientales y sociales, que se fueron estableciendo a medida que la sociedad les fue instituyendo factibilidad, hasta constituirse en un Proyecto Nacional que reinicia un ciclo en búsqueda de un equilibrios y avances de acuerdo y hacia los paradigmas socio-tecnológicos vigentes.

La exploratoria recorre los antecedentes históricos de la *Energiewende*, comprendiendo desde el fin de la Segunda Guerra Mundial hasta 1990, brindando así el contexto de los paradigmas precedentes y su evolución, esto permite además, observar los Desarrollos Tecnológicos como bloques articulados. Luego abarca desde 1990 hasta nuestros días. Este lapso se corresponde con la emergencia del paradigma de la Sustentabilidad como Modelo de Desarrollo y con la reunificación alemana.

La exploratoria dio como resultado la identificación cronológica de los sucesos asociados o incidentes en el sector energético, el lector podrá determinar las claras articulaciones entre ellos para dar lugar al Desarrollo Tecnológico de cada momento hasta el corriente, y podrá visualizar los encadenamientos que se generan para proseguir hacia el alcance del Paradigma. Quedando evidenciado una vez más, que la estructura sociotecnológica de una sociedad es una evolución más o menos intencionada de un complejo entramado más allá de las tecnologías.

¹ Doctoranda en Estudios del Desarrollo, Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES) – Universidad Central de Venezuela (UCV), Magister en Diseño Urbano (UNIMET), ing. agrícola (UNELLEZ). Miembro del *think tank* Grupo Orinoco, miembro de la Comisión de Ambiente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Profesora universitaria en la UCV y USB. Ex-gerente de programas multilaterales BID y CAF en Venezuela.

* Este trabajo fue realizado y presentado en el marco del Seminario Estructura sociotécnica y sustentabilidad, desarrollado en el año 2020 en el CENDES – UCV. Asimismo, presentado y analizado en el *think tank* Grupo Orinoco. La relación cronológica se ha actualizado a febrero 2021.

DESARROLLO

I. Consideraciones conceptuales

El análisis del Desarrollo Tecnológico se realizó identificando el paradigma energético en un momento dado, luego, se exponen las disposiciones que la sociedad determinó para alcanzar el paradigma definido, se identificaron las acciones planificadas así como las emergencias que alteraron en positivo o negativo el tránsito al paradigma vigente.

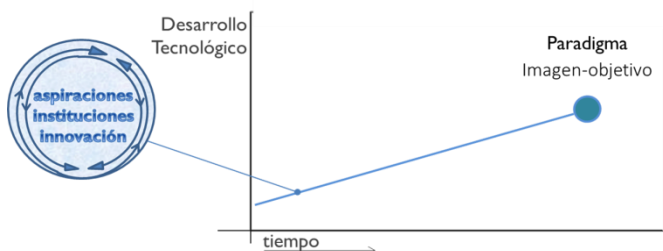
Para realizar este análisis se utilizó un enfoque sistémico del Desarrollo Tecnológico Energético, considerando componentes y escalas. Se estima un Sistema Socio-tecnológico de la Energía que resulta de la confluencia de las aspiraciones colectivas, las instituciones y la innovación; cada uno de ellos conforma un subsistema, vinculados entre sí por el Paradigma.

El Paradigma es el efecto de la conjunción de un acervo histórico y condiciones del entorno de las sociedades. Esta noción se constituye en la línea política nacional y en su proyecto correspondiente. Las aspiraciones colectivas comprenden las expresiones organizadas o no de los diferentes componentes de la sociedad en tanto no sean canalizadas o instituidas por instrumentos legales vinculantes. Las instituciones son los sistemas formalmente establecidos para llevar a cabo el proyecto nacional, expresado en normas y organizaciones de carácter público, privado, económico y/o social, con la inclusión de sus recursos. Y la innovación constituye transformaciones que introducen originalidad y novedad para superar problemas o carencias, agilizando así el logro del Paradigma, pudiendo ser de índole tecnológica u organizativa.

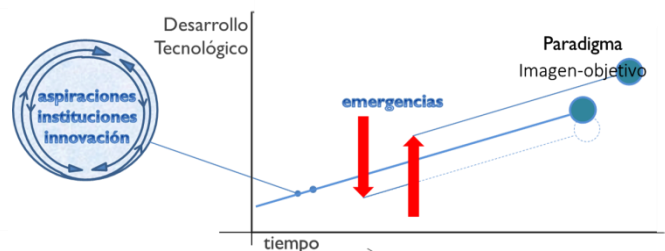
A su vez todo el Sistema Socio-tecnológico de la Energía es abierto, por tanto, puede influir y ser afectado por circunstancias en la escala internacional, nacional y local, bien como emergencias o disruptivas. Una emergencia implica la existencia de un punto de bifurcación por el que emerge una nueva forma de organización que puede catalizar o retardar el logro del Paradigma, incluso reconstituirlo y transformarlo; en todo caso, capaz de cambiar la trayectoria hacia el paradigma vigente. La Figura siguiente visualiza lo descrito, ilustra el Desarrollo Tecnológico como aproximaciones sucesivas hacia la Imagen -Objetivo a lo largo del tiempo y la influencia de las emergencias.

Figura N° 01- Desarrollo Tecnológico como ejercicio societal hacia el logro de su Imagen Objetivo

La construcción de una ruta para la Imagen Objetivo



Las emergencias pueden desplazar el Paradigma, se construye nueva Imagen-objetivo y nueva ruta



Elaboración propia

II. Datos generales de Alemania

La República Federal de Alemania (RFA) está localizada en Europa central, su capital es Berlín. Es miembro de la Unión Europea desde 1958, miembro del espacio Schengen desde 1995, miembro de la zona del euro desde 1999. Posee una población de 83,2 millones de habitantes, tiene una superficie de 357.376 km².

Alemania es una república federal (*Bund*) parlamentaria con un jefe del Gobierno, el canciller, y un jefe del Estado que es el presidente, cuyas principales responsabilidades son representativas. El país está formado por 16 Estados federados (*Bundesländer o länder*) que tienen su propia Constitución y son en gran parte autónomos en lo que respecta a su organización interna. Tres de ellos son ciudades-estado: Bremen, Berlín y Hamburgo.

La política socio-económica de Alemania se basa en el concepto de economía social de mercado. El 99% de sus empresas son pequeñas y medianas empresas de propiedad familiar (*Mittelstand*). Hoy día Alemania es la mayor economía europea, con cerca del 20% del total del PIB de la UE, seguida de Inglaterra, Francia e Italia. Su contribución en los servicios está en el orden de 70,6 %, en la industria 28,6 % y en la agricultura 0,8 %. Alcanzó un Producto Interior Bruto de 3.948.000 millones de dólares, equivalente a USD\$ 47.603 por habitante en 2018; situándola como la quinta economía del Mundo en términos de PIB². (European Comissiom, 2020; Banco Mundial, 2020; Unión Europea, 2020)

III. El constructo del Desarrollo Tecnológico contemporáneo en Alemania

3.1 *Energiewende*

Energiewende se entiende como "transición energética". Es una estrategia a largo plazo para el desarrollo de un sistema energético bajo en carbono basado en las energías renovables y en la mejora de la eficiencia energética. La transición energética es una política integrada que se dirige a todos los sectores de la economía. Consta de cuatro objetivos políticos principales: la lucha contra el cambio climático (mediante la reducción de las emisiones de CO₂), la eliminación progresiva de la energía nuclear y la energía fósil (mediante sustitución por energías seguras y limpias), la mejora de la seguridad energética (mediante reducción de las importaciones de combustibles) y la garantía de la competitividad y del desarrollo industrial (mediante desarrollo tecnológico, industrial y empleo). (Agora Energiewende, 2019)

3.2 Contexto histórico

Tras la Segunda Guerra Mundial, los países contendientes que ganaron la guerra se disputaban el carbón y el hierro, materias primas fundamentales para la reconstrucción. Ante el temor a un nuevo enfrentamiento y conscientes de que era necesario evitar los errores cometidos tras la Primera Guerra Mundial (al exigir a Alemania el pago de una deuda de guerra que arruinó al país, lo que fue el germen de un nacional socialismo que condujo al país a una nueva contienda mundial), nace la Comunidad Europea del Carbón y del Acero [CECA], que puso orden en las disputas, y sirvió de substrato para la creación de una Comunidad Europea que sirviera de freno a las ambiciones de los Estados, compartiendo intereses políticos, comerciales y sociales.

(Ormazabal Jordana, 2017)

² Para el mismo año: Producto Interno Bruto de Japón USD\$ 4,971 billones, Francia USD\$ 2,778 billones
Producto Interno Bruto per cápita de Estados Unidos USD\$ 62.794,59; Francia USD\$ 41.464. (Banco Mundial, 2020)

A partir de 1948 la República Federal Alemana (RFA) se condujo por una Dirección Global (*Globalsteuerung*). El gobierno no intervendría en los detalles de la economía pero establecería las amplias pautas que fomentarían crecimiento no inflacionario e ininterrumpido. En este acuerdo nacional los sindicatos y la patronal coordinan el salario y la productividad, teniendo como meta el aumento real del salario y el mantenimiento del empleo.

En el campo energético el objetivo prioritario era la reconstrucción de la infraestructura energética alemana, para con ello superar la escasez energética imperante (KAS, 2015). La Ley Fundamental definió la legislación de la economía energética y de las industrias extractivas materia concurrente del *Bund* y los *Länder*, con excepción del uso civil de la energía nuclear, vetada para Alemania en ese momento. Se adoptó el orden reglamentario preexistente sobre regulación de la electricidad y el gas, definida en la Ley de Economía Energética de 1935 que normalizaba el mercado energético como monopolios restringiendo el acceso al suministro y a la gestión. Se indicaba en la Ley que su objetivo era evitar los efectos nocivos de la competencia en la economía nacional, asegurar la interconexión energética y garantizar un suministro tan seguro y barato como posible.

La energía se consideró un instrumento de fomento económico, donde el suministro energético fiable y barato fuese garantizado para apalancar la competitividad exterior de la tradicional industria pesada alemana. Se impulsó una estrategia de concentración de las fuentes energéticas nacionales, el lignito y el carbón. Las restricciones a la libre competencia establecidas en el régimen legal eran contrarias a los principios de orden económico de la RFA, por lo que la Ley Contra los Monopolios de 1957 eximió a los contratos de concesiones la prohibición de formación de carteles, manteniendo la protección al sector del carbón. En los años sucesivos la política se orientó al fomento de la explotación del carbón, luego su protección, y a partir del año 1967 su reestructuración; todo lo cual bajo el Ministerio de Economía.

Así, con la aplicación de la Dirección Global, el PIB de la RFA creció en términos reales a tasas de retorno al 8 % durante la década de los años 50's. Forzadas a competir con los productos extranjeros, las empresas alemanas elevaron también de manera notable su productividad, en corto lapso la participación de sus exportaciones dentro del PIB se duplicó al pasar de 10% a 20%. La inflación se redujo considerablemente, y el marco alemán se convirtió en una de las monedas mejor valoradas del mundo.

En paralelo, el carbón fue perdiendo competitividad y el petróleo se posicionó como primer recurso energético consumido en Alemania, con la consecuente desventaja a la competitividad del país en el escenario mundial, vistas las restricciones políticas y económicas de Alemania derivadas de la Segunda Guerra Mundial y la volatilidad de Oriente Medio, procedencia principal de su abastecimiento.

Entonces el gas cobró interés. Estando en ese momento desvinculado del precio del petróleo, Alemania inició su importación de gas desde Rusia, incrementando su dependencia exterior energética. Este escenario motivó la consideración del uso masivo de energía nuclear como segundo pilar del sistema energético.

La firma de los Tratados de París en 1955 eliminó el veto sobre Alemania para realizar proyectos de investigación nuclear, abriendo las puertas a la generación eléctrica a partir de dicha energía, en este caso liderada por el Ministerio Federal para Cuestiones Atómicas. Para ello se reformó la Ley Fundamental, entre otros, se reguló el uso civil de la energía nuclear, siendo competencia legislativa exclusiva del *Bund* y la competencia administrativa de los *Länder*, quienes también regulaban la actividad extractiva. En 1956 se creó la Comisión Atómica Alemana, siendo ésta un consejo compuesto por la industria y el cuerpo científico.

Alemania inició así las actividades asociadas al aprovechamiento de la energía nuclear, además, rápidamente se proyectó en el escenario europeo liderando junto con Francia, Bélgica, Italia, Luxemburgo, y los Países Bajos; la conformación de la Comunidad Europea de Energía Atómica con la firma del Tratado Euratom, que sentó las bases para la utilización pacífica de la energía atómica en la Unión Europea y la creación de un mercado especializado, considerando su distribución al interior del conjunto de los Estados Miembros y la venta del excedente a los Estados no miembros³. Salvo este marco y el del CECA, la política energética se mantiene dentro del ámbito de competencia de los Estados Miembros.

De vuelta a Alemania, en 1959 se promulgó la Ley Atómica, y se aprobaron programas gubernamentales para el desarrollo tecnológico y científico, alentados por una creciente demanda de energía eléctrica superior al incremento de demanda energética total. Por su parte, el carbón nacional no logró restablecer su competitividad, a pesar de la política masiva de priorización sobre el petróleo.

Se propició entonces la pronta puesta en marcha de centrales nucleares como fuente de abastecimiento así como la consideración de que por esta vía se podría satisfacer un tercio de la demanda eléctrica hasta el año 1980. La primera central nuclear comercial comenzó su operación en el año 1969.

No obstante, la adopción de la energía nuclear fue desde sus inicios fuente de controversia. A mediados de la década de los años 60's ocurrieron las primeras manifestaciones de grupos anti-nucleares, acompañadas de la puesta en agenda pública del tema de la contaminación ambiental y del agotamiento de los recursos, de tal manera que en 1968, antes de entrar en funcionamiento la primera central nuclear, el término *Energiewende* ya era utilizado bajo la connotación de un mayor control democrático, el activismo ambiental y la oposición al sector nuclear⁴; y en 1969, la primera declaración gubernamental de Willy Brandt como canciller manifiesta la consideración de regular la contaminación del ambiente.

En la década siguiente ambas corrientes se consolidan. Por una parte, en 1970 se creó una comisión intergubernamental ambiental, y por otra, el movimiento antinuclear se capitaliza a escala nacional después del anuncio de la construcción de una central nuclear en Wyl, hasta conformarse plataformas ciudadanas antinucleares y ambientalistas formales con incidencia pública.

³ Art. 1. La Comunidad tiene por misión contribuir, mediante el establecimiento de las condiciones necesarias para la creación y crecimiento rápidos de industrias nucleares, a la elevación del nivel de vida en los Estados miembros y al desarrollo de los intercambios con los demás países.

Art. 2. Para el cumplimiento de su misión, la Comunidad deberá: a) desarrollar la investigación y asegurar la difusión de los conocimientos técnicos; b) establecer normas de seguridad uniformes para la protección sanitaria de la población y de los trabajadores y velar por su aplicación; c) facilitar las inversiones y garantizar, fomentando especialmente las iniciativas de las empresas, el establecimiento de las instalaciones básicas necesarias para el desarrollo de la energía nuclear en la Comunidad; d) velar por el abastecimiento regular y equitativo en minerales y combustibles nucleares de todos los usuarios de la Comunidad; e) garantizar, mediante controles adecuados, que los materiales nucleares no serán utilizados para fines distintos de aquellos a que estén destinados; f) ejercer el derecho de propiedad que se reconoce sobre los materiales fisiónables especiales; g) asegurar amplios mercados y el acceso a los medios técnicos más idóneos, mediante la creación de un mercado común de materiales y equipos especializados, la libre circulación de capitales para inversiones en el campo de la energía nuclear y la libertad de empleo de especialistas dentro de la Comunidad; h) establecer con los demás países y con las organizaciones internacionales aquellas relaciones que promuevan el progreso en la utilización pacífica de la energía nuclear. (Comunidad Europea de la Energía Atómica, 1957)

⁴ Erhard Eppler, líder del Partido Social-Demócrata (SPD) y ministro federal de Cooperación Económica, fue el primero en establecer la noción de "*wende*" (transición) en su libro *Ende oder Wende. Von der Machbarkeit des Notwendigen* (Fin o transición. De la necesidad a hacerlo posible) de 1968 (Von Hirschhausen, 2014 en Álvarez & Ortiz, 2016).

Así, en 1970 el 59% de la población afirmaba no haber escuchado la expresión “proyección del medio ambiente”, un año después solo el 8% se mantenía en el desconocimiento⁵. En 1971 se promulga el primer programa medioambiental para garantizar la salud humana y una existencia digna⁶. Seguido es formulado el primer programa federal energético que indica el propósito de garantizar un suministro suficiente y seguro en sintonía con la protección medioambiental, como única manera de asegurar un entorno acorde con una existencia digna. En 1972 se instala un consejo de expertos con inclusión de los sectores productivos y académicos del país, asimismo, en la pequeña población de Penzberg, al Sur de Alemania se estableció una de las primeras aldeas solares del país⁷.

Las iniciativas energéticas se presentaron en dos sentidos, por una parte, el Ministerio Federal de Investigaciones presentó el Programa Marco de Investigación Energética, para explorar energías renovables e incluso tecnologías específicas; aun cuando ausente de un concepto general/nacional y de explotación a largo plazo. Por la otra parte, la consideración de la energía nuclear como fuente de suministro, presentada como una fuente segura, limpia, con suficiente y rentable oferta de uranio, mostraba todas las posibilidades de sustituir a las fósiles, además, apoyada con estudios y data más extensa y madurada que las energías renovables.

Luego de la Guerra de *Yom Kipur* en 1973 y con la crisis del petróleo en 1974, Alemania refuerza su guía primordial en la actuación energética sobre la idea de un suministro seguro y económico, y del ahorro de energía. La estrategia se estructura en la minimización de la dependencia energética de los países OPEP, el fomento del aislamiento térmico en edificaciones, en la minimización de consumo energético doméstico, en la consecución de reservas energéticas, y en la diversificación de sus fuentes energéticas. En este contexto, se reguló el máximo de demanda de energía para construcciones y los requerimientos de eficiencia para sistemas de calefacción; y se posicionó la energía nuclear como fuente central del suministro energético, que con el tiempo debía reemplazar al petróleo.

Si bien los criterios ambientales no figuraron entre los determinantes de las acciones en materia energética, Alemania prosiguió la atención a la gestión ambiental, que abarca mucho más allá del sector energético, fundándose en 1974 la Agencia Federal Ambiental, precursora en la extensión de la consciencia ambiental nacional, en la institución de estándares ambientales para el control de emisiones, y en la incidencia sobre la acción del hombre en el clima. Aunque en plena crisis del petróleo las regulaciones ambientales se percibían como entorpecedoras de la economía, la Agencia perseveró en la educación y la consciencia ambiental masiva y en el desarrollo de tecnologías ambientales.

En 1978 por asociación de ambientalistas, sindicatos y grupos eclesiales, se crea la etiqueta *Blauer Engel* (Ángel Azul) que certifica productos no dañinos para el medioambiente. Ya en 1979 Alemania inició cooperaciones con terceros países sobre controles ambientales y energías renovables, asimismo, marcaba liderazgo en la definición de los programas ambientales de la Comunidad Económica Europea (CEE)⁸ y en la participación en foros multilaterales. Todo lo cual en pleno suceso de la guerra Irán e Irak y la consecuente segunda crisis del petróleo.

⁵ UBA 2014 en Álvarez & Ortiz, 2016

⁶ Los principios del Programa: principio de precaución (planificación para evitar riesgos al medioambiente y la salud humana para el presente y generaciones futuras), principio de quien contamina paga, y el principio de cooperación entre actores de todos los ámbitos y niveles.

⁷ También a nivel europeo se logran avances con la creación del Primer Programa Comunitario de Medio Ambiente en 1973, enfocado a medidas correctoras para paliar los efectos de la contaminación: 'Quien contamina paga'.

⁸ El segundo Programa Comunitario de Medio Ambiente se llevó a cabo entre 1977-81, con foco aún en medidas correctoras.

Entretanto, el programa energético nuclear tuvo un consenso político reflejado también en el amplio desarrollo de su investigación, y tuvo un disenso social creciente, reflejado en intencionadas trabas administrativas y judiciales, además de incidencia pública que ralentizaron la planificación y construcción de nuevas centrales nucleares y posicionó la percepción negativa hacia la energía nuclear. Este movimiento crítico y opositor a la energía nuclear evolucionó hasta la conformación del partido político Los Verdes (*Die Grünen*) en el año 1980. Del mismo modo, otros partidos políticos como la Unión Demócrata Cristiana de Alemania (CDU) hicieron suya esta revalorización del crecimiento y la consideración del ambiente, incorporándolos en sus principios y agendas⁹.

Ese mismo año el Instituto de Ecología Aplicada de Alemania (*Öko-Institut*) publicó un estudio titulado *Energiewende*, se manifiesta nuevamente el término, ahora con un sentido más cercano al actual. El estudio expone que es posible mantener el crecimiento económico incluso si se consume menos energía, además señaló alternativas energéticas para sustituir el uranio y el petróleo.

Las decisiones políticas en materia energética de la década anterior dieron frutos positivos: hubo una reducción de 12% en el peso del petróleo sobre el consumo primario y de 23% en la dependencia del petróleo OPEP, un incremento del 11% del consumo de gas natural en el consumo primario, y una desvinculación del consumo energético-crecimiento económico, con una relación de 3% de incremento en el consumo a 18% en el PIB. Por su parte, las decisiones de la sociedad civil también se hicieron sentir, el aporte de la energía nuclear a la electricidad incrementó solo 9%.

Mientras, los países latinoamericanos entran en crisis de deuda que dan lugar a nuevos mecanismos de financiamiento y crédito, así como oportunidades de cooperación internacional. Alemania se destacó en acuerdos bilaterales de cooperación con países en vías de desarrollo, centrados en controles ambientales y uso civil de la energía nuclear¹⁰, apalancándose en el tercer Programa Comunitario de Medio Ambiente (1982-1986)¹¹.

En las elecciones federales de 1983, Los Verdes consiguieron por primera vez representación en el *Bundestag* con 5,6% de los votos y 27 diputados. La presencia de Los Verdes en los parlamentos fractura el consenso político sobre el uso de la energía nuclear e impulsa la joven investigación pública sobre las energías renovables o energías limpias. En el campo de la innovación tecnológica, para 1984 la compañía Enercon desarrolla el primer aerogenerador en serie moderno en el país.

El accidente nuclear de Chernobyl- Ucrania en 1986¹² y las claras evidencias de deterioro ambiental en la propia Alemania refuerzan y congregan nuevamente la opinión pública y política, ahora sobre la inconveniencia del uso

⁹ Tomando en cuenta el debate sobre la escasez de recursos, el incremento de la contaminación del aire y la pérdida progresiva de las áreas naturales intactas, así como la búsqueda de la necesaria protección medioambiental, el Programa Político de la CDU (*Ludwigshafener Programm*) adoptó estos temas como prominentes en su catálogo de valores fundamentales. (KAS, 2015)

¹⁰ Ámbitos de cooperación técnico científicas y ayuda al Desarrollo: investigación sobre tecnologías energéticas, desalinización de aguas, prospección y extracción de materias primas, investigación y tecnología, tecnología de tráfico e infraestructura, gestión de datos, información y documentación, fomento de energías renovables.

¹¹ El tercer Programa comienza observa la política preventiva: Evaluación de Impacto Ambiental, fomento del desarrollo de tecnologías limpias, y estímulo del reciclaje de residuos (competitividad industrial).

¹² Ocurrido el 26 de abril en la central nuclear Vladímir Ilich Lenin, en el norte de Ucrania. Una explosión provocó una emisión de productos de fisión a la atmósfera provocando una alarma internacional al detectarse radiactividad en al menos 13 países de Europa central y oriental. Es considerado el peor accidente nuclear de la historia, y junto con el accidente nuclear de Fukushima I en Japón en 2011, como el

de la energía nuclear¹³, y la pertinencia de una base energética sustentada en energías renovables. Además, para ese momento la relación recíproca de ambos aspectos, ambiente y energía, ya se había establecido plenamente en el imaginario alemán.

En esa sintonía, el gobierno federal crea el ministerio para el Medioambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear. Asimismo, en 1986 se aprueba una resolución para el abandono de la energía nuclear en un plazo de 10 años, deviniendo en la paralización de 30 años de investigación nuclear y en la creación del programa “100 MW de Energía Eólica” y el “250 MW de Energía Eólica”. Al año siguiente se crea el primer parque de energía eólica, el *Westküste*, al norte de la desembocadura del río Elba, con 30 aerogeneradores de electricidad.

En 1987 se presenta en la Asamblea de las Naciones Unidas el Informe *Brundtland* atendiendo al mandato dado en 1983 de elaborar un informe sobre el medio ambiente y la problemática mundial hasta el año 2000 y más adelante. Aquí se reconoció que la actividad humana se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. En este informe, se utilizó por primera vez el término “desarrollo sostenible”, abriendo a escala planetaria el reconocimiento de la interdependencia energía – economía – ambiente - desarrollo humano.

Ese mismo año el canciller Helmut Kohl (PDC) hace eco del *Informe Brundtland* al incorporar en su discurso la amenaza de grave cambio climático debido al efecto invernadero. En correspondencia con el discurso,, se ejerce un efecto demostrativo ampliado más allá de las fronteras nacionales, con la construcción de la primera instalación de montaña para excursionistas en Europa alimentada con energía solar (*Rappenecker Cottage*), desarrollada por el Instituto *Fraunhofer* para los Sistemas de Energía Solar.

Por su parte, la incidencia pública ambiental va dando resultados concretos en la escala europea con la cuarta edición del Programa Comunitario de Medio Ambiente (1987-1992)¹⁴ desde donde se crea la Agencia Europea de Medio Ambiente y el Portal Verde, y con la Directiva 88/609/CEE del Consejo sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

En este contexto cae el muro de Berlín en noviembre 1989, signo de los cambios políticos y sociales que concluyeron en la adhesión de la antigua República Democrática Alemana (RDA) bajo la jurisdicción de la República Federal de Alemania (RFA), conocida como la Reunificación.

más grave en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (accidente mayor, nivel 7). Asimismo, suele ser incluido entre los grandes desastres medioambientales de la historia.

Chernóbil fue el segundo accidente nuclear, el primero fue una obstrucción de tuberías de la central nuclear de *Three Mile Island, Harrisburg*, Pensilvania- USA en 1979.

¹³ Con Chernóbil no solo se destruyó el «consenso social favorable a la energía de carbón y nuclear», sino también el consenso político respecto a la energía atómica de los partidos CDU, SPD y FPD, que habían concordado en política energética atómica durante más de tres décadas. (KAS, 2015)

¹⁴ Se enfoca en la Protección del medio ambiente como un imperativo económico, y dará lugar a la Directiva Hábitat 92/43/CEE. <https://cordis.europa.eu/programme/id/ENV-ENVAP-6C/es>

3.3 Sistema socio-tecnológico energético de Alemania - Período 1990- 2021

A continuación se presenta en orden cronológico sucesos prominentes que fueron conformando la *Energiewende*, transitando desde el Paradigma vigente en el año 1990 hasta el Paradigma actual. En ese tránsito se diferenciará los subsistemas con los cuales se identifica cada suceso por medio de una semaforización, a saber:

- Acciones institucionales: verde
- Aspiraciones colectivas: amarillo
- Innovaciones: morado
- Emergencias o disruptivas: blanco

Paradigma energético en el año 1990: Seguridad de suministro energético al menor costo

Prioridad: reducción de cuota de importación OPEP

Estrategia: reducción de consumo petrolero mediante ahorro y eficiencia, diversificación de fuentes energéticas y de suministradores

Cuadro N° 01 – Desarrollo socio-tecnológico y emergencias en el sector energético alemán

| Año | Desarrollo socio-tecnológico / Emergencias |
|------|--|
| 1990 | Nuevo orden internacional multipolar. Globalización económica, social y cultural |
| 1990 | Re-equilibrio político en el área del Cáucaso y antiguas repúblicas soviéticas |
| 1990 | Intensificación de la integración político-económica en la Comunidad Económica Europea (CEE) |
| 1990 | El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publica su primer informe de evaluación sobre el clima global. Incremento de normativa energética y normativa ambiental mundial |
| 1990 | Propuestas de metas y medidas relacionadas con reducción de gases efecto invernadero por grupos de interés |
| 1990 | Ley de fomento a las energías renovables no convencionales |
| 1990 | Programa de medioambiente y de ahorro de energía. Programa 1.000 Techos. Subvención de instalación de sistemas fotovoltaicos |
| 1991 | Se incorpora al parque energético de la RFA las centrales nucleares y centrales eléctricas basadas en lignito de la RDA, caracterizadas por baja eficiencia, alto nivel de obsolescencia y pasivos ambientales. Se inicia una reorganización, modernización tecnológica y saneamiento ambiental, partiendo del cierre de todas las centrales nucleares de la RDA y homologación de sistemas energéticos y estándares medioambientales |
| 1991 | Alemania entra en recesión y crisis económica por los costos de la Reunificación. |
| 1991 | Ley StromEinspG – FiT/StrEG 1991 ¹⁵ : Establece tarifas fijas de alimentación para las renovables, permitió entrada al mercado a la energía eólica, solar fotovoltaica y biomasa; estipula preferencia de renovables con respecto a la energía convencional para la red pública de electricidad, otorga compensación total de costos (<i>feed in tariff</i>) ¹⁶ |
| 1991 | Integración de energías renovables Instalación de distintas tecnologías y fuentes de energía renovables |
| 1991 | Se discute sobre las ideas de que: el sistema <i>feed in tariff</i> rompe con el principio de mercado libre, y sobre compatibilizar el sistema de ayudas basado en Certificados Verdes con la liberalización real del sector |
| 1991 | La <i>Schönauer Stromrebell</i> (Los Rebeldes de la energía de <i>Schönau</i> , un pequeño poblado de la Selva Negra) constituye un movimiento de base para comprar y recuperar su red local |
| 1992 | El instituto <i>Fraunhofer</i> ¹⁷ construye una casa con alimentación solar, desconectada de la red, en <i>Freiburg</i> para demostrar que una familia promedio puede cubrir todas sus necesidades de energía en casa recurriendo a las energías renovables |

¹⁵ *Stromeinspeisungsgesetz für Erneuerbare Energien* - 1991

¹⁶ *feed in tariff* o tarifas de alimentación, consiste en el reconocimiento al generador de un precio por KWh no vinculado al precio de la energía para permitir rentabilidad razonable de las energías renovables. Cada fuente de energía renovable recibe un pago garantizado por 20 años con un precio diferenciado de acuerdo al costo que generación y según el tamaño de la instalación.

| | |
|------|---|
| 1992 | Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y su Desarrollo, o Cumbre de la Tierra. Resultantes: Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Programa 21, Convenio sobre la Diversidad Biológica, Convención Marco sobre el Cambio Climático, y Principios relativos a los Bosques |
| 1992 | UNESCO declara la mina de <i>Rammelsberg</i> de Baja Sajonia Patrimonio Tecnológico de la Humanidad, iniciando la puesta en valor del patrimonio industrial con fines culturales, turísticos, impulsando así la economía naranja |
| 1993 | Entrada en vigor del Tratado de <i>Maastricht</i> . Uno de los tratados fundacionales de la UE. Contempla conjunto normativo vinculante para todos los Estados miembros de la UE, incluyendo energía, redes y ambiente. |
| 1993 | El gobierno invitó a los partidos de oposición y a representantes del sector energético nuclear a dialogar sobre la desconexión nuclear |
| 1993 | Quinto Programa Comunitario de Medio Ambiente (1993-2000): “Hacia la sostenibilidad” ¹⁷ |
| 1993 | Desacuerdo interministerial entre el Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWí) y el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) sobre las políticas de energía, medioambiente y clima |
| 1994 | Entrada en vigor de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático |
| 1994 | Debate sobre la internalización de los efectos nocivos del sistema energético y medidas de reducción de emisiones considerando que amenaza la competitividad de empresas alemanas cuando operan en países con criterios ambientales más laxos |
| 1995 | Primera conferencia Mundial sobre el Clima, celebrada en Berlín. Inician las negociaciones sobre reducción global de emisiones de efecto invernadero |
| 1996 | UE: Directiva 96/61/CE. Relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación. Directiva 96/92/CE. Apertura a la competencia de las actividades de generación y comercialización de energía eléctrica ¹⁹ . |
| 1996 | Programa “Energía Verde” |
| 1996 | Cuarto programa de investigación de energía |
| 1996 | Apoyo al reequipamiento de viviendas construidas, énfasis en la ex RDA (Programa de Reducción de Carbono) |
| 1997 | Se adopta el Protocolo de Kioto para reducir emisiones globales de gases de efecto invernadero. |
| 1997 | Códigos federales de construcción para la producción de energía renovable |
| 1997 | Los Rebeldes de la energía de <i>Schönaue</i> obtienen control de red local y comienzan a impulsar energías renovables |
| 1998 | UE: Directiva 98/30/CE. Normas comunes para el mercado interior del gas natural |
| 1998 | Ley de la Industria de la energía- EnWG 1998 ²⁰ . Adopta normativas europeas de mercado: inicio del proceso de liberalización del sistema energético, abolición de medidas antitrust para sector energético |
| 1998 | Las actividades eléctricas de generación, transmisión y distribución empiezan a ser realizadas por entidades jurídicas distintas |
| 1998 | Nuevos proveedores de energía comienzan a operar vendiendo únicamente electricidad verde |
| 1998 | Compromisos voluntarios para que las empresas de suministro de electricidad tomen medidas adicionales para aumentar la cuota de producción de electricidad a partir de fuentes renovables y de cogeneración |
| 1998 | Creación de la oficina reguladora de electricidad, gas, telecomunicaciones, correos, y los mercados ferroviarios. |
| 1998 | El nuevo Gobierno de CDU en coalición con SPD y Los Verdes negoció un calendario para el cierre anticipado de 32 años para 19 reactores, sin implicar que el Estado Federal pagara compensaciones económicas |
| 1999 | Programa “100.000 Techos Solares” inicia el mercado solar en Alemania |
| 1999 | Programa de incentivos de mercado, apoya financieramente sistemas de calefacción renovables |
| 1999 | Eco-Impuesto 1999-2003. Gravamen que anualmente incrementa el precio del litro de gasolina y del kWh de |

¹⁷ Organización de investigación constituido por 72 institutos localizados en toda Alemania, cada uno con una especialización en un campo diferente de las ciencias aplicadas.

¹⁸ Principios: prevenir, subvencionar y quien contamina paga. Gestión sostenible de los recursos naturales. Hace acento en la lucha integrada contra la contaminación y minimización de volumen de residuos, auditoría ambiental y etiqueta verde (Directiva marco Agua 2000/60/CE), reducción del consumo de energías no renovables, gestión eficaz de los transportes, calidad del medio ambiente urbano, y salud y seguridad pública.

¹⁹ Primea estrategia europea común para desarrollar las energías renovables. Normas comunes en generación, transmisión y distribución de electricidad. Normas de organización y funcionamiento del sector, acceso al mercado, criterios y procedimientos aplicables a las licitaciones y la concesión de las autorizaciones, así como de explotación de redes.

²⁰ *Energiewirtschaftsgesetz*, EnWG -1998

| | |
|------|---|
| | electricidad generada con combustible fósil para impulsar el incremento de venta de automóviles más eficientes y reducción general del consumo |
| 1999 | Préstamos preferenciales para las renovables ofrecidos por corporación de préstamos de reconstrucción |
| 2000 | Ley de Energías Renovables -EEG 2000 ²¹ . Duplicar la capacidad de renovables para 2010, tarifas de inyección fija con pagos decrecientes, prioridad de inyección y acceso a la red privilegiado para las renovables |
| 2000 | Mecanismos para la implementación prioritaria de subvenciones a las energías renovables |
| 2000 | Los productores de electricidad a partir de energía solar, eólica, hidráulica o de biomasa reciben una retribución fija por 20 años por cada kilovatio-hora de electricidad |
| 2000 | Visto el desarrollo de la energía eólica, el sector energético convencional objetó ante los tribunales la normativa EEG 2000 considerando las FIT como subvenciones no legales, alcanzando al Tribunal de Justicia de la UE |
| 2000 | Ley extra de calefacción y electricidad |
| 2000 | Nuevos metales cobran relevancia en mercado por ser críticos para productos de alta especialización tecnológica |
| 2000 | Gobierno y titulares de las plantas nucleares alcanzaron un principio de acuerdo para el cierre programado a 35 años, con limitaciones de producción durante la vida útil de las 19 plantas activas. Se mantienen los derechos de los propietarios a operarlas y el compromiso del tratamiento de residuos radioactivos sin interferencia política |
| 2000 | China primer consumidor de petróleo, incrementa la demanda mundial y propicia crecimiento acelerado de precios |
| 2000 | Terrorismo internacional y piratería acrecienta la inestabilidad en Oriente Medio y el balance energético |
| 2000 | El Estado de Renania del Norte- Westfalia declaró monumento industrial protegido el complejo industrial de la mina de carbón de <i>Zollverein</i> , cuya mina estaba cesante desde 1986 y la planta de coque funcionó hasta 1993 |
| 2001 | Sexto Programa Comunitario de Medio Ambiente (2001-2010): “Medio Ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos” ²² |
| 2001 | Firma del acuerdo para llevar a efecto el compromiso adquirido del cierre de las plantas nucleares en 32 años, considerando que dos plantas, <i>Stade</i> y <i>Obrigheim</i> , se cerrarían antes del 2005 y que el reactor no operativo de <i>Muelheim-Kaerlich</i> sería desmantelado en 2003. Se prohibió la construcción de nuevas centrales nucleares e introdujo el principio de almacenamiento del combustible usado en un solo lugar. |
| 2001 | UE: El tribunal de Justicia de la Unión Europea sentencia que las tarifas de <i>feed-in</i> no constituyen una ayuda pública y se consideran legales |
| 2001 | UE: Directiva 2001/77/CE. Promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad |
| 2001 | Programa “Futuro”. Creación de puestos de trabajo en sector de energías alternativas |
| 2001 | UNESCO declara Patrimonio Mundial el complejo industrial de la mina de carbón de <i>Zollverein</i> , con ello su puesta en valor e incorporación a la Ruta de la Cultura Industrial (<i>Route der Industriekultur</i>) y a la economía naranja |
| 2002 | Modificación de las tarifas para las instalación de renovables de la Ley EEG 2000 |
| 2002 | Iniciativa <i>Energieeffizienz</i> . Promueve la eficiencia en el uso final de energía en residencias y comercios |
| 2002 | Ordenanza de Conservación de Energía, <i>Energieeinsparverordnung</i> (EnEV), responde a iniciativa <i>Energieeffizienz</i> , establece requisitos de eficiencia energética para edificaciones nuevas y existentes |
| 2002 | Ley de cogeneración de energía térmica. Apoya la producción de energía térmica y eléctrica combinados |
| 2003 | UE: Directiva 2003/54/ CE y Directiva 2003/55/CE. Relativas a las reglas comunes en el mercado interior de electricidad y gas, respectivamente ²³ . Deroga la Directiva 96/92/ CE y Directiva 98/30/CE. |

²¹ *Erneuerbare-Energien-Gesetz*, EEG – 2000. Los precursores ideológicos fueron Herman Scheer y Dietmar Schütz, por el SPD, y Hans-Josef Fell16 y Michael Hustedt, por Los Verdes.

²² El Programa contempla los siguientes aspectos y sus respectivos productos:

Prevención y Control Integrados de la Contaminación (Ley IPPC).

Limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión. (Directiva 2001/80/CE). Techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos (Directiva 2001/81/CE). Emisiones industriales, prevención y control integrados de la contaminación (Directiva 2010/75/UE).

Control sobre el riesgo de las nuevas sustancias peligrosas o sustancias químicas artificiales (Normativa REACH)

Preservación de los recursos naturales y gestión de los residuos (Etiquetado energético 2010/30/CE). Red Natura 2000 (Directiva 2009/147/CE; creación de la ley de patrimonio natural y biodiversidad (Ley 42/2007). Organismos Modificados Genéticamente (OMG).

²³ Establece criterios mínimos para garantizar la independencia de gestores de redes de transmisión y distribución, separación más explícita de las empresas con actividades de monopolio natural (redes de transmisión y distribución) respecto a las actividades en competencia

| | |
|------|---|
| | Directiva 2003/87/CE. Establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad ²⁴ . Deroga la Directiva 96/61/CE del Consejo |
| 2003 | Alemania decide sincronizarse plenamente con las Directivas Europeas en materia de energía y ambiente. Asume la Directiva 2003/54/EC sobre regulación del mercado interior de energía o <i>Regulated Third Party Access</i> . |
| 2003 | El sector carbón lanzó campaña en contra de la energía eólica. Obtuvo la promesa del Canciller <i>Schröder</i> de subsidiar la minería del carbón en el lapso 2006 y 2013 |
| 2004 | Ley EEG 2004 ²⁵ . Participación de las renovables en el mix del 12,5% en 2010, y de 20% en 2020; inclusión de la energía fotovoltaica en la matriz energética, ajustes a tarifa de inyección |
| 2004 | Quienes producen energía en su casa tienen garantía del Estado para venderla a precio fijo durante 20 años |
| 2004 | Exclusión como beneficiarias de la Ley a las plantas de propiedad o participación accionarial de la Republica Federal o de los estados federados, que hubieran sido puestas en marcha antes del 2004 |
| 2004 | Tarifas diferenciadas para distintas fuentes de energía renovables |
| 2004 | Programa <i>Solarthermie 2000Plus</i> |
| 2004 | Disputa de gas entre Rusia y Ucrania causa inestabilidad del tránsito del gas ruso y afectación de suministro |
| 2004 | Se intensifica discusión a nivel europeo y alemán entre escépticos a Rusia que interpretan la relación energética en función parámetros de seguridad (OTAN) y quienes la interpretan como relación económica y de cooperación |
| 2004 | Directiva 2004/67/CE. Medidas para garantizar la seguridad del suministro de gas natural. Establece medidas que los Estados Miembro deben adoptar para prevenir consecuencias de una interrupción en abastecimiento de gas. Directiva 2004/8/CE. Fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía para promover instalaciones de producción combinada de calor y electricidad. |
| 2005 | Quinto programa de investigación de energía |
| 2005 | Activismo político, económico y social como <i>lobby</i> a energías renovables, interconectado a escala internacional |
| 2005 | La Agencia de las Redes, que supervisa servicios postales y telecomunicaciones, comienza a supervisar la red de energía y el mercado de gas, para gestionar disputas sobre tarifas de red asociadas con la energía renovable |
| 2005 | La Unión Europea inicia su sistema de comercio de emisiones (Certificados Verdes) con participación de todos los Estados Miembro |
| 2005 | Se crea el Ministerio Federal de Economía y Tecnología |
| 2005 | Segunda Ley de la Industria Energética EnWG 2005 ²⁶ . Romper resistencias internas al cambio con la atención operativa de los requerimientos del proceso de liberalización de los sistemas de transmisión y distribución |
| 2005 | Liberalización de infraestructuras, separación efectiva entre redes de distribución y transporte, de las conexiones y acceso a las redes, del suministro de energía al consumidor final y de la seguridad y fiabilidad del suministro |
| 2006 | UE: Com(2006) 105. Libro Verde "Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura" ²⁷ |
| 2006 | Programa de investigación <i>Klimazwei</i> . Investigación para la Protección del Clima y Contra los Impactos Climáticos |

(generación y comercialización). Define obligaciones de servicio universal, derechos de los consumidores y obligaciones en materia de competencia. Las normas buscan construir mercados de electricidad y gas competitivos, seguros y ambientalmente sostenibles.

²⁴ Establece un sistema de comercio de derechos para el período 2005 -2012. Mediante procedimientos de mercado se establece un precio para el CO₂ que es incorporado a los costos de producción, fomentando así, la utilización de las instalaciones menos emisoras que aumentan su competitividad. También traslada el costo del CO₂ al precio final del producto, transmitiendo al consumidor una adecuada señal medioambiental.

²⁵ *Erneuerbare-Energien-Gesetz*, EEG - 2004

²⁶ *Energiewirtschaftsgesetz*, EnWG -2005.

²⁷ Reconoce que para alcanzar sus objetivos económicos, sociales y medioambientales, Europa debe hacer frente a importantes retos en materia de energía: la creciente dependencia respecto de las importaciones, la volatilidad del precio de los hidrocarburos, el cambio climático, el aumento de la demanda y los obstáculos al mercado interior de la energía. La UE constituye el segundo mercado mundial de la energía y debe aprovecharse del hecho de ser líder mundial en la gestión de la demanda y el fomento de las fuentes de energía renovables.

La Comisión invita a los Estados miembros a poner todos los medios para desarrollar una política energética europea que se articule en torno a tres objetivos principales: i) la sostenibilidad, para luchar de forma activa contra el cambio climático, fomentando las fuentes de energía renovables y la eficacia energética; ii) la competitividad, para mejorar la eficacia de la red europea a través del desarrollo del mercado interior de la energía; iii) la seguridad del abastecimiento, para coordinar mejor la oferta y la demanda energéticas interiores de la UE en un contexto internacional.

El Libro Verde contempla seis sectores prioritarios de intervención para los cuales la Comisión propone medidas concretas a fin de aplicar una política energética europea. Estos seis ámbitos, abarcan desde el desarrollo de un mercado energético interior hasta una política energética exterior comunes, deben permitir a Europa dotarse de una energía sostenible, competitiva y segura para las próximas décadas.

| | |
|------|---|
| 2006 | Fundación del centro de desarrollo de energía solar |
| 2006 | UE: Directiva 2006/32/CE. Fomenta la mejora rentable de la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. Deroga la Directiva 93/76/CEE |
| 2007 | UE: Memo/07/7. “Una política energética para Europa”. Propone las líneas generales de la política energética comunitaria para garantizar el acceso a energía sostenible, segura y competitiva. Presenta un Plan de Acción para al 2020 reducir GEI’s en 20%, lograr 20% del consumo de energía final con renovables y mejorar la eficiencia energética en 20% (denominados “objetivos del 20-20-20”) |
| 2007 | Programa de Energía y Clima Integrados. Define nuevas metas, políticas y esquemas de apoyo para la eficiencia y las energías renovables. |
| 2007 | Mayor desarrollo de energías renovables, aumento significativo de eficiencia energética y modernización de las plantas energéticas |
| 2008 | Ley de Energías Renovables EEG 2008 ²⁸ . Adecuación a Directivas Europeas de protección del ambiente y el clima. Incrementa participación de energías renovables en el suministro de energía hasta alcanzar al menos un 30 % en el año 2020, anticipándose a la Estrategia de la UE2020 de octubre de 2010. |
| 2008 | Regulación de las Energías Renovables no Convencionales para su planificación e inyección en la red |
| 2008 | Incorporación de los costos de efectos al largo plazo para impulsar la reducción de costos |
| 2008 | Garantía de origen ²⁹ de la energía de fuentes renovables de los generadores para los operadores |
| 2008 | Certificado energético para informar sobre el consumo de energía y la calidad energética de los edificios |
| 2008 | Crisis financiera mundial (Gran Recesión) |
| 2009 | Ley de Energías Renovables (EEG). 30% renovables para 2020, ajustes a tarifa de inyección, regulaciones para limitar volúmenes de inyección, impulso de instrumentos de mercado ³⁰ |
| 2009 | UE: Directiva 2009/28/CE. Fomenta el uso de energía procedente de fuentes renovables ³¹ . Deroga las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. Directiva 2009/29/CE. Perfecciona y amplía el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. Directiva 2009/125/CE Ecodiseño. Marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. Deroga la Directiva 2005/32/CE. |
| 2009 | Ley de Productos que usan Energía (ErP). Incorpora la Directiva del eco-diseño europeo |
| 2009 | Fundación de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) con participación de 75 Estados |
| 2009 | Ley de fuentes de energía renovable para calefacción (EEWärmeG). Requiere que los constructores utilicen sistemas de calefacción basado en renovables |
| 2009 | Plan de Desarrollo Nacional de Electromovilidad |
| 2009 | UE: Tercer Paquete legislativo en materia energética Directiva 2009/72/CE y Directiva la 2009/73/CE para el sector eléctrico y gas, respectivamente. Normas comunes para el mercado interior de electricidad y gas. Deroga la Directiva 2003/54/CE Directiva 2003/55/CE |
| 2009 | Ley de Expansión de Líneas de Energía EnLAG 2009 ³² . Planificación detallada de 24 nuevas líneas de transporte a 380 kV, con 1.887 km de longitud. Agiliza la autorización de nuevas líneas de alta tensión |

²⁸ Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG – 2008. Cambia la consideración de las energías fósiles con respecto a la EEG-2004, en la que se planteaba “contribuir a evitar conflictos sobre los combustibles fósiles”, en la EEG-2008 indica “conservar los combustibles fósiles”, es un cambio de aproximación en el aprovechamiento de reservas de carbón vs importación de gas y petróleo.

²⁹ La garantía de origen incluye declaración de ubicación, capacidad y fecha de puesta en servicio de la instalación, cantidad de electricidad generada, periodo en el que se generó y pago conforme a ley.

³⁰ Se hizo la enmienda con la coalición de socialdemócratas y democratacristianos (sin Los Verdes en el Gobierno) evidenciando la visión de enfocar los apoyos al mercado, alentando a productores de energía eólica para que vendiesen directamente energía al mercado, en lugar de recibir FIT, en caso de que les resultase más rentable y ofreciendo un bono de comercialización (Morris & Pehnt, 2012 en Álvarez & Ortiz, 2016)

³¹ Establece un marco común en el lapso 2013-2020 para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables: eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás. Plantea modificaciones relevantes al sistema de comercio de derechos anterior 2008-2012.

Fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía y con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el transporte. Establece normas relativas a las transferencias estadísticas entre Estados miembros, los proyectos conjuntos entre Estados miembros y con terceros países, las garantías de origen, los procedimientos administrativos, la información y la formación y el acceso a la red eléctrica para la energía procedente de fuentes renovables. Define criterios de sostenibilidad para los biocarburantes y biolíquidos. (Parlamento Europeo, 2009)

| | |
|------|--|
| 2009 | Mayor participación de las renovables procedentes de pequeños generadores de gas y de electricidad |
| 2009 | Cambio del concepto de distribución unidireccional a un concepto de distribución y suministro bidireccional para el transporte de energía generada por fuentes renovables, intermitentes y aleatorias. |
| 2009 | Los dueños de las plantas nucleares pretenden extender la vida útil de la mayoría de las plantas en 40 años y en algunos casos a 60 años, aprovechando la llegada del Gobierno de la CDU en coalición con los liberales demócratas FDP, y su compromiso electoral de derogar el acuerdo alcanzado sobre energía nuclear |
| 2010 | UE: en vigor Tratado de Lisboa. Establece competencias comunitarias en el caso de dificultades graves en el suministro energético así como a la hora de definir una política energética basada en la solidaridad entre Estados miembros ³² . Reglamento (UE) No 994/2010. Relativa a medidas destinadas a garantizar la seguridad del suministro de gas. Deroga la Directiva 2004/67/CE |
| 2010 | Ley de cuotas de biofuel. Tasa y bases de bonificaciones. Ordenanza de sustentabilidad de la producción de biomasa |
| 2010 | UE: define la estrategia <i>Energy Concept 2050</i> . Estrategia energética a largo plazo que apunta para una economía basada en las energías renovables en el año 2050. Identifica distintas hipótesis de trabajo y escenarios, y plantea una ambiciosa hoja de ruta a seguir por los Estados miembros |
| 2010 | Fondo Especial de Energía y Clima, primer fondo alemán para la eficiencia financiado a través de certificados de emisiones de carbono. |
| 2010 | El Ministerio Federal Alemán de Medioambiente, Protección de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear (BMUB) y el Ministerio Federal Alemán de Asuntos Económicos y Energía (BMWi) publicaron el documento <i>Energy Concept</i> , proponiendo una política energética nacional hasta 2050, basada en un incremento de las energías renovables, el desarrollo de las redes de distribución, y mejora de la eficiencia energética. |
| 2010 | Interconexión europea con el desarrollo de la red europea de electricidad. |
| 2010 | Energía solar para usos domésticos y residenciales de calefacción y enfriamiento |
| 2010 | Ciclos combinados renovables con sistemas de interacción de energías renovables y acumulación de energía. |
| 2010 | Desarrollo de cultivos energéticos específicos para producción de combustibles |
| 2010 | Generación distribuida con el desarrollo de sistemas descentralizados de generación de calor y energía |
| 2010 | Modificación del acuerdo de 1998 Gobierno-empresas nucleares para extender 8 años las licencias a las plantas construidas antes de 1980 y 14 años a las más modernas. Se prolongó la vida útil de 17 plantas con una tributación adicional de la mitad de los beneficios. |
| 2010 | Discusión y crítica al nuevo acuerdo nuclear. El Ministro de Medio Ambiente manifestó su desacuerdo. La academia como las organizaciones empresariales manifestaron sus discrepancias. Los movimientos antinucleares organizaron expresiones de protesta en ciudades de Alemania. La CDU, partido de Gobierno, no expresó consenso. El Ministro de Medio Ambiente de Austria criticó la decisión tomada por el Gobierno Alemán. |
| 2010 | Primavera Árabe ³⁴ desestabiliza el mercado petrolero, ocasiona gran movilidad humana a Europa. |
| 2010 | Plan de Acción Nacional para el desarrollo de las Energías Renovables (PANER). Responde a Directiva 2009/28/CE |
| 2011 | Accidente en la central nuclear Fukushima I ³⁵ |
| 2011 | Los Estados de la UE establecieron una moratoria de tres meses en los planes nucleares, durante los cuales se realizarían estudios de <i>stress test</i> a todas las plantas en Europa para valorar la situación de operatividad, seguridad y las medidas correctoras. |
| 2011 | El 69% de los alemanes está a favor de la desconexión y opina que las ventajas son mayores que las desventajas. El Parlamento apoya la desconexión nuclear con mayoría absoluta (SPD, Los Verdes, FDP y CDU/CSU). |
| 2011 | Publicación "Papeles de referencia para la <i>Energiewende</i> " ³⁶ . Capitaliza el término « <i>Energiewende</i> » con el |

³² *Energieleitungen–Energieleitungsausbaugesetz*, EnLAG - 2009

³³ Considera: garantizar el funcionamiento del mercado de la energía, garantizar la seguridad del abastecimiento energético en la Unión, fomentar la eficiencia energética, el ahorro energético y el desarrollo de energías nuevas y renovables, fomentar la interconexión de las redes energéticas.

³⁴ Manifestaciones populares a favor de la democracia y los derechos sociales organizadas por la población árabe. Túnez: la Revolución de los Jazmines (culminó en 2010), Egipto: la Revolución Blanca (culminó en 2013), Libia: primer conflicto a gran escala (sofocada en 2015), Yemen: las cintas rosas (sofocada en 2012), y Siria (la guerra continúa).

³⁵ El terremoto y tsunami de *Tōhoku* el 11 de marzo de 2011 provocó la pérdida accidental de refrigerante provocando tres fusiones nucleares, tres explosiones de hidrógeno y la liberación de contaminación radiactiva en las Unidades 1, 2 y 3 de la central, entre el 12 y el 15 de marzo.

| | |
|------|---|
| | sentido político y significado actual |
| 2011 | Retorna la política de desconexión nuclear en el año 2022 con la Ley de Energía Atómica y mediante el Programa de cierre progresivo de nucleares (<i>Atomausstieg</i>) ³⁷ |
| 2011 | Las compañías eléctricas propietarias de las plantas nucleares trataron de eliminar las tasas relacionadas con la extensión de la vida útil de las plantas, además reclamaron compensaciones por el cierre de las instalaciones y las reformas emprendidas y canceladas, interponiendo recursos ante la Corte de Impuestos de Hamburgo. |
| 2011 | Informe de la Comisión de Ética para un Suministro Energético Seguro se inclina por la desconexión nuclear |
| 2011 | Acoplamiento a la actuación de la UE con la determinación de <i>Energy Concept 2050</i> . Objetivos: i) suministrar energía de manera fiable, sólida, segura y de bajo costo a partir de los recursos renovables asegurando capacidad de suministro del 100% de energía requerida; ii) incrementar la eficiencia energética; iii) suministrar y consumir electricidad a partir de energías renovables. |
| 2011 | Conjunto de leyes – <i>Energy Package</i> - para instrumentar el <i>Energy Concept 2050</i> ³⁸ |
| 2011 | Sexto programa de investigación de energía: 180 universidades y escuelas politécnicas participantes |
| 2011 | Proceso de monitorización de “La energía del futuro” |
| 2011 | Puesta en funcionamiento del primer parque eólico comercial en alta mar, localizado en el Báltico |
| 2011 | El sector industrial insiste en que sin nuevas redes de transporte y almacenamiento de energía no se podrán apagar todas las plantas nucleares y propone ampliar el transporte y suministro de electricidad a mediano plazo |
| 2011 | UE: creación de la Agencia para la Cooperación de los Reguladores de la Energía ³⁹ |
| 2012 | El Ministerio de Economía y Tecnología BMWi publicó Informe resaltando que la visión de un suministro de, al menos, el 80% de electricidad procedente de fuentes de energía renovable no es una utopía y no parte de cero ⁴⁰ |
| 2012 | Persiste la Gran Recesión. El exceso de suministro energético y la caída en su demanda durante la crisis económica provocó que el precio de los derechos de emisiones disminuyera a un valor 10 veces más bajo de lo planificado |
| 2012 | Ley de Energías Renovables EEG 2012 ⁴¹ . Alcanzar en 2020 una contribución de las energías renovables del 18% del total consumo de energía, mínimo 35% de renovables para 2020, min. 50% para 2030, min. 65% para 2040, min. 80% para 2050; ajustes a tarifa de inyección, introducción de un modelo voluntario de primas de mercado |
| 2012 | Consideración como suministrador de energía a cualquier persona física o jurídica que suministre energía a los consumidores finales |
| 2012 | Los generadores de electricidad procedente exclusivamente de fuentes de energía renovable, pueden vender la electricidad generada directamente a un tercero, excepto que se transmitiera por la red. |
| 2012 | Ampliación del concepto garantía de origen como prueba, ante un consumidor final, de la participación de las energías renovables en la electricidad suministrada |
| 2012 | Alimentación de la red de gas con biogás procedente de biomasa y el biometano procedente del biogás |
| 2012 | Almacenamiento intermedio de energía renovable como gas producido por electricidad de fuentes renovables ⁴² |
| 2012 | Prioridad de compra, transmisión, distribución y pago por los operadores de red de electricidad para sistemas de |

³⁶ *Eckpunktepapier zur Energiewende*, 6 de junio de 2011, publicación del Gabinete de Cancillería (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), 2021)

³⁷ Propuesta por el gabinete de Cancillería el 07 de junio de 2011, ratificada por el *Bundestag* el 30 de junio de 2011.

A pesar de que el Informe fue favorable a la seguridad, se cerró de inmediato siete centrales nucleares, todas construidas antes de 1980, cesando el 6,4% de la potencia instalada. Se mantienen nueve plantas operativas hasta 2022 sin modificación del impuesto sobre el combustible nuclear acordado en 2010. Se determinó mantener los planes de construcción de nuevas plantas térmicas de carbón y gas, así como el desarrollo de la energía eólica para compensar la pérdida de generación. (BMWi, 2021)

³⁸ i) Ley de Reestructuración del Marco Legal para Promoción de la Generación de Energía Eléctrica a partir de Energías Renovables, EEG; ii) Medidas para acelerar la ampliación de la red eléctrica; iii) Reestructuración de la Ley de industria energética EnWG; iv) Reforma de Ley de Fondo Especial de Energía y Clima; v) modificación de Ordenanza de Adjudicación de Contratos del Sector Público; vi) Enmienda de la Ley de Energía Atómica; vii) Ley de Fortalecimiento de Medidas Amigables con el clima en poblaciones y municipios. (BMWi, 2021)
A diferencia de la ley de eliminación de la energía nuclear, estas leyes no cuentan con el respaldo del SPD y los Verdes. (Kissel & Peckmann, 2011)

³⁹ Su Misión es ayudar a las autoridades nacionales reguladoras de la energía a cumplir con sus obligaciones en el ámbito de la UE y a coordinar sus actuaciones cuando sea necesario.

⁴⁰ Destaca los avances tecnológicos en energía solar fotovoltaica, plantas de energía solar térmica con acumulación de energía, energía eólica terrestre y marina, ciclos combinados de calor y energía, redes inteligentes, uso de biomasa para generación de calor, energía y combustibles, eficiencia energética en los edificios.

⁴¹ *Erneuerbare-Energien-Gesetz*, EEG - 2012

⁴² Denominado “gas almacenado”, el procedimiento tecnológico se llama “Power to Gas” (PtG), energía para el gas natural.

| | |
|------|---|
| | generación combinada de calor-electricidad CHP. Ayudas a integración de electricidad-CHP en sistema eléctrico. |
| 2012 | Establecimiento de requerimientos técnicos para la desconexión por sobrecarga de la red o la conexión en momentos de demanda, para plantas de co-generación y fotovoltaicas |
| 2012 | Falla en abastecimiento de energía en el invierno 2011-12 como consecuencia del cierre de plantas nucleares y la falta de suministro de gas de Rusia, evidenciando que en momentos de poca generación renovable, la potencia firme de respaldo podía no atender las puntas de demanda. |
| 2012 | Acuerdos de cogeneración con la industria |
| 2012 | Se abrió el debate sobre la necesidad de la figura del mercado de capacidad |
| 2012 | Ley de la industria energética EnWG 2012 ⁴³ : enmienda de la Ley EnWG 2005 con medidas temporales |
| 2012 | Carta abierta al Gobierno suscrita por 30 líderes científicos, argumentando que la <i>Energiewende</i> sólo puede ser exitosa si el ahorro de energía es el principio rector en todos los ámbitos de la política. ⁴⁴ |
| 2012 | Directiva 2012/27/UE. Establece el objetivo general sobre eficiencia energética: lograr en el año 2020 ahorro del 20% en el consumo de energía primaria de la Unión, y de conseguir nuevas mejoras en eficiencia energética a partir de ese año. Deroga las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. |
| 2013 | Ordenanza sobre Plantas de Energía de Reserva |
| 2013 | Producción en serie del primer automóvil diseñado con motor exclusivamente eléctrico |
| 2013 | Puesta en funcionamiento de la primera planta del mundo "Power to Gas" a escala industrial, en <i>Falkenhagen</i> . Convierte energía eólica en Hidrógeno para ser almacenado en la red de gas ⁴⁵ . |
| 2013 | Puesta en funcionamiento de la nueva generación de centrales térmicas de hulla iniciando con cinco grandes, algunas de ellas con ampliaciones de grupos de producción de energía ya existentes |
| 2013 | Malestar creciente en la operación del sistema energético y su reflejo en el funcionamiento del mercado. Se generó el cuestionamiento si el proceso de liberalización se estaba alterando por los propios reguladores ⁴⁶ . |
| 2013 | El Ministerio de Economía encargó un estudio que pronosticase la capacidad de desarrollo de sistemas de generación distribuida basados en energías renovables |
| 2013 | Elecciones federales. El tratado de coalición del nuevo Gobierno (La Gran Coalición) de Cristianodemócratas y Social no alteró la política energética ni los objetivos de la <i>Energiewende</i> |
| 2013 | Séptimo Programa de Acción en materia de Medio Ambiente de la Unión Europea (2013-2020) ⁴⁷ |
| 2013 | Protestas en el estado de Renania Palatinado por instalación de aerogeneradores. Representan una molestia permanente para muchos ciudadanos, y amenazan zonas naturales protegidas. |
| 2013 | Fin de la crisis económica mundial |
| 2014 | Libro Verde publicado por el Ministerio de Economía y Energía en respuesta al debate sobre mercado de capacidades. Propone medidas destinadas a preparar el mercado eléctrico para la transición energética y guía el diálogo abierto con asociaciones, Estados federados, academia, ciudadanía y vecinos europeos. |
| 2014 | UE: Marco sobre Clima y Energía para 2030. Mantiene los objetivos 20-20-20 para 2020 y establece valores más ambiciosos para el año 2030 ⁴⁸ |
| 2014 | Ley de la industria energética EnWG 2014 ⁴⁹ : Garantizar la seguridad de suministro de la generación convencional y proporcionar incentivos para la modernización de los sistemas de generación por bombeo. Contempla la necesidad |

⁴³ *Energiewirtschaftsgesetz* - EnWG - 2012

⁴⁴ Cuestionaron que el gobierno sólo se está centrando en la electro-movilidad, en la construcción de nuevas plantas de energía y en la ampliación de la red eléctrica.

⁴⁵ La energía eólica excedente transforma, mediante electrólisis, agua en hidrógeno, que es inyectado en la red de distribución de gas de la región. Esta planta piloto demostró que los excedentes de energía pueden ser almacenados en los gasoductos para ayudar a equilibrar el suministro y la demanda de energía.

⁴⁶ En momentos en los que la producción renovable es alta y las plantas convencionales deben parar se produce una resistencia de los generadores. En el primer semestre de 2013, plantas de carbón continuaron produciendo, sin necesidad, una cantidad de electricidad equivalente al 42% de su capacidad, la nuclear un 49% y los ciclos de gas un 10%; lo que supuso una producción de 151.000 GWh, más de lo necesario. Esto también se observa en España.

Sin embargo, el indicador de falta de disponibilidad de suministro eléctrico fue de 15,32 minutos en el año

⁴⁷ Los objetivos abordan: la protección de la naturaleza, la creación de una economía hipocarbónica, eficiente, uso de los recursos, la protección de los ciudadanos frente a las presiones medioambientales para la salud, sostenibilidad urbana, las acciones de los Estados Miembros de la UE para alcanzar los objetivos y cooperación internacional.

⁴⁸ Objetivo vinculante de reducción de las emisiones de la UE, al menos el 40% en relación a niveles de 1990.

Objetivo vinculante para impulsar que las energías renovables representen al menos el 27% del consumo de energía final de la UE en 2030.

Objetivo de ahorro energético indicativo del 27%.

| | |
|------|---|
| | de mejor coordinación y planificación entre el desarrollo de los parques eólicos marinos y las redes de conexión. |
| 2014 | Ley de Energías Renovables EEG 2014 ⁵⁰ . Participación del 40-45% para 2025, 55-60% para 2035; min. 80% para 2050; introducción de modelo obligatorio de primas de mercado para plantas grandes, objetivos tecnológicos para solar y fotovoltaicas, subastas piloto para fotovoltaicas |
| 2014 | Atención a tecnologías menos costosas de energía eólica y fotovoltaica e incremento de capacidad instalada |
| 2014 | Las empresas que construyan y exploten nuevas instalaciones de generación convencional de electricidad para su propio consumo pagan una parte de los costos EEG para la expansión de las energías renovables. Las empresas o consumidores que pongan en servicio nuevas instalaciones de energía renovable, o nuevos sistemas de cogeneración de calor-potencia de alta eficiencia, pagan sólo un recargo EEG reducido. |
| 2014 | Plan Nacional de Eficiencia Energética -NAPE (<i>Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz</i>) y su Programa de Acción Protección del Clima 2020 |
| 2014 | Fin del incremento del precio del petróleo iniciado desde el año 2009 |
| 2014 | Las discusiones se enfocan en el balance climático de la transición energética, cuestionamiento al carbón |
| 2015 | Opinión pública: 92% de la población está favor de la <i>Energiewende</i> , la principal motivación: abandono de la energía nuclear (43%), futura escasez de recursos renovables (27%), y necesidad de reducir las emisiones atmosféricas (18%) |
| 2015 | El Gobierno y el CSU alcanzaron acuerdo para cerrar las grandes centrales de lignito antes de 2020 |
| 2015 | Ajuste de competencias ministeriales, el de mayor responsabilidad en sector energético es el Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi) |
| 2015 | Creación de la Comisión para la Revisión del Financiamiento del <i>Phase-out</i> nuclear (KfK) ⁵¹ |
| 2015 | Libro Blanco. Reúne propuestas concretas para la configuración del mercado eléctrico y se establece la base para su aplicación legislativa. |
| 2015 | COP21 (XXI Conferencia de las partes). Reconoce la transición energética mundial y aboga por acelerarla. Firma del Tratado de París |
| 2015 | UE: Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva, y hoja de ruta hacia la Unión de la Energía. |
| 2015 | Primera subasta para grandes plantas de energía fotovoltaica |
| 2015 | Nuevos instrumentos de eficiencia energética, programa de apoyo a la modernización de edificios no residenciales |
| 2016 | KfK presentó informe final Revisión del Financiamiento del <i>Phase-out</i> nuclear ⁵² |
| 2016 | Tribunal Constitucional Federal decidió que el gobierno alemán tiene que indemnizar a las empresas energéticas afectadas por el abandono de la energía nuclear. |
| 2016 | UE: Com(2016) 860. Paquete de Energía Limpia para todos los europeos. Propuesta de un marco legislativo estable para las energías limpias a partir de 2021 ⁵³ |
| 2017 | Primeras subastas para la generación de energía eólica en tierra y en mar adentro |
| 2017 | Ley de Energías Renovables EEG 2017. Participación de 40-45% para 2025, 55-60% para 2035; min. 80% para 2050, introducción de licitaciones para plantas grandes, exceptuando iniciativas energéticas ciudadanas |
| 2017 | Creciente nacionalismo y populismo en la política mundial. Movimientos negacionistas del clima y anti-islámicos |
| 2018 | UE: Com(2018)773. Un planeta limpio para todos –La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra. Reglamento 2018/1999. Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima ⁵⁴ . |

⁴⁹ *Energiewirtschaftsgesetz*, - EnWG - 2014

⁵⁰ *Erneuerbare-Energien-Gesetz*, EEG - 2014

⁵¹ Esta Comisión examina el financiamiento para la eliminación de la energía nuclear. Su tarea es presentar recomendaciones sobre la manera de diseñar el financiamiento del desmantelamiento, el propio desmantelamiento y la eliminación de material radioactivo, asegurando que las empresas afectadas continuarán siendo viables a largo plazo para que puedan cumplir con sus obligaciones.

⁵² Con propuesta de establecer un fondo estatal de 23.300 millones de euros para financiar el almacenamiento de residuos radiactivos, inicialmente pagado por los operadores de las cuatro mayores plantas. Las provisiones realizadas para la paralización de las centrales nucleares y su desmantelamiento, ascienden en 2014 a 30.300 millones de euros

⁵³ Orientado por tres objetivos principales: anteponer la eficiencia energética, lograr el liderazgo mundial en materia de energías renovables, y ofrecer un trato justo a los consumidores.

⁵⁴ Art. 1. El presente Reglamento establece un mecanismo de gobernanza con objeto de: a) aplicar estrategias y medidas concebidas para cumplir los objetivos generales y los objetivos específicos de la Unión de la Energía y los compromisos de la Unión a largo plazo en materia de emisiones de gases de efecto invernadero, en consonancia con el Acuerdo de París, y, en particular, en lo que respecta al primer

| | |
|------|---|
| 2018 | Comunidades se oponen a la construcción de aerogeneradores |
| 2018 | Nuevo gobierno de coalición entre CDU/CSU y SPD. Propone ampliar la participación de energías renovables hasta el 65% del consumo eléctrico alemán para el año 2030, a fin de viabilizar la salida del carbón |
| 2018 | Creación de la Comisión del Carbón (<i>Kohlen-Kommission</i>) con el mandato de un informe sobre crecimiento, cambios estructurales y empleo ⁵⁵ . |
| 2018 | <i>Agora Energiewende</i> ⁵⁶ elabora un estudio para evaluar la viabilidad la salida del carbón |
| 2018 | Crisis política de los Refugiados. Más de 1,3 millones de peticionarios de asilo en tres años ⁵⁷ . |
| 2019 | La Comisión alemana del Carbón, con representantes de la industria, la economía y asociaciones ambientalistas recomendó dejar de producir electricidad basada en el carbón a partir del año 2038. |
| 2019 | El Informe de <i>Agora Energiewende</i> concluye que la salida del carbón puede ser alcanzada sin aumento de los costos de la energía para la sociedad. |
| 2019 | Debate sobre la implementación de la resolución de la salida del carbón, el futuro papel del gas natural y las diferentes opciones políticas que se plantean en el camino hacia una economía basada en energías renovables también para otros sectores |
| 2019 | Austria y Suecia anuncian que el cierre de las últimas térmicas será años antes de lo esperado. El 74% de toda la nueva potencia instalada en el mundo es renovable. |
| 2019 | La protección del ambiente y la <i>Energiewende</i> es prioritaria para la mayoría de los alemanes ⁵⁸ . Los más jóvenes, exigen que Alemania abandone el carbón antes de 2038. Movimientos ambientalistas e incidencia pública local y mundial. Los Verdes están en lo más alto de las encuestas de opinión con el respaldo del 27% de los alemanes. |
| 2019 | Ralentización en la construcción de aerogeneradores desde el año 2018 |
| 2019 | El BMWi publica el Informe "Fortalecimiento de la expansión de la energía eólica en tierra. Lista de tareas para crear aceptación y seguridad jurídica para la energía eólica terrestre". |
| 2019 | UE: Com(2019)640. El Pacto Verde Europeo. Reanuda el compromiso de la Comisión de responder a los desafíos del clima y el medio ambiente ⁵⁹ |
| 2019 | El Gobierno anuncia su intención de invertir alrededor de 300 millones de euros en proyectos de investigación para fomentar el uso de Hidrógeno obtenido a partir de fuentes de energías renovables. |

período decenal de 2021 a 2030, los objetivos específicos de la Unión para 2030 en materia de energía y clima; b) estimular la cooperación entre los Estados miembros, también, en su caso, a nivel regional, con el fin de alcanzar los objetivos generales y específicos de la Unión de la Energía; c) garantizar la oportunidad, exhaustividad, exactitud, coherencia, comparabilidad y transparencia de la información presentada por la Unión y sus Estados miembros a la Secretaría de la CMNUCC y del Acuerdo de París; d) contribuir a una mayor seguridad jurídica, así como a una mayor seguridad para los inversores, y ayudar a aprovechar plenamente las oportunidades de desarrollo económico, estímulo de la inversión, creación de empleo y cohesión social.

El mecanismo de gobernanza se basa en las estrategias a largo plazo, los planes nacionales integrados de energía y clima que abarquen períodos decenales, con inicio en el período de 2021 a 2030, los informes de situación nacionales integrados de energía y clima correspondientes elaborados por los Estados miembros, y las disposiciones de seguimiento integrado por parte de la Comisión. El mecanismo de gobernanza garantizará oportunidades reales para que el público participe en la preparación de esos planes nacionales y esas estrategias a largo plazo. Comprenderá un proceso iterativo estructurado y transparente entre la Comisión y los Estados miembros con vistas a la finalización de los planes nacionales integrados de energía y clima y su posterior aplicación, que incluirá la cooperación regional, y a la actuación correspondiente de la Comisión.

Art. 2. El presente Reglamento se aplicará a las cinco dimensiones de la Unión de la Energía, que están estrechamente relacionadas y se refuerzan mutuamente: a) seguridad energética; b) mercado interior de la energía; c) eficiencia energética; d) descarbonización; e) investigación, innovación y competitividad. (Comisión Europea, 2018)

⁵⁵ El informe debe abordar: nuevos empleos en las zonas afectadas, desarrollo económico, cohesión social, protección del clima y energía sostenible; cambios estructurales, inversiones necesarias y gestión de diversos fondos; medidas para lograr los objetivos de 2030 en reducción de emisiones y un 62% de generación eléctrica con renovables; y plan gradual de cierre del carbón.

⁵⁶ Relevante *think tank* de política energética de Europa circunscrito en el Área de programa de la Plataforma de Energía Inteligente para Europa (SEFEP) gGmbH.

⁵⁷ El ministro del Interior, el conservador bávaro Horst Seehofer, dio plazo hasta final de junio para lograr un acuerdo a nivel europeo que permita rechazar en la misma frontera a distintos colectivos de inmigrantes. de lo contrario, cerrará unilateralmente las fronteras. La coalición llegó a un acuerdo sobre un paquete para frenar la inmigración ilegal y endurecer la política de asilo.

⁵⁸ Actitud de la población: Positiva 82% (Abogacía de mayoría silenciosa 77%, apoyo activo 11%), Negativa 18% (Rechazo con Tolerancia pasiva 15%, resistencia como minoría ruidosa 3%). (Agora Energiewende, 2020)

⁵⁹ El Pacto Verde Europeo establece un plan de acción para: impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular, restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación. Esta Comunicación presenta una hoja de ruta inicial de las políticas y medidas clave necesarias.

| | |
|------|---|
| 2019 | Alemania asume la presidencia de la Comisión Europea (mandato de diciembre de 2019 a octubre de 2024) |
| 2020 | Pandemia covid-19. Enfermedad infecciosa causada por el SARS-CoV-2. |
| 2020 | Recesión económica mundial, disminución del consumo energético mundial y de los precios del petróleo |
| 2020 | Incidencia pública enfocada a asuntos económicos y gestión de la pandemia covid-19. Los partidos principales. El apoyo a Los Verdes reducido al 16%. |
| 2020 | Ley de eliminación gradual del carbón. Una trayectoria de abandono de la extracción y la combustión de la hulla para la generación de energía eléctrica en el año 2038 |
| 2020 | Compensaciones por el cambio estructural a las regiones afectadas por eliminación de carbón, especialmente este de Alemania y Renania del Norte-Westfalia, donde aún se extrae lignito, recibirán 40.000 millones de euros |
| 2020 | Molestias y protestas por una nueva planta eléctrica de carbón, Datteln 4, puesta en marcha. Su dueña dice que para 2025 cerrará tres plantas antiguas cuyas emisiones son tres veces mayores que la de la nueva central que las sustituirá, reduciendo las emisiones generales de dióxido de carbono de la empresa. |
| 2020 | Las medidas asociadas al COVID-19 propiciaron que la proporción de energías renovables utilizadas en la mezcla de energía se elevara en la mayoría de los países. En Europa, hubo periodos en que las energías renovables superaron el 50% de la generación total del continente durante el aislamiento obligatorio. |
| 2020 | Se abrió el debate por una mejor promoción de la cogeneración respetuosa con el clima y sobre el acuerdo inmediato de un plan de expansión vinculante para las energías renovables. |
| 2020 | Estrategia Nacional del Hidrógeno. Marco para la generación, transporte y uso de Hidrógeno verde, fomentando las innovaciones e inversiones relevantes bajo la consideración de que desempeñará papel clave para mejorar y completar la transición energética ⁶⁰ |
| 2020 | UE: Con(2020)301. Una estrategia del Hidrógeno para una Europa climáticamente neutra. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones |
| 2020 | Frente a la meta de 40% vigente de reducción de emisiones de efecto invernadero respecto a niveles 1990 al año 2030 la posición negociadora es la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - Consejo Europeo (jefes de Estado y Gobierno de UE) acordó fijar en un 55 %. - Parlamento Europeo el 60 %, - Comisión Europea, que ejercerá de mediadora, al menos un 55% - Organizaciones ecologistas al menos 65 %. La medida debe ser debatida por la Comisión Europea y la Eurocámara. |
| 2021 | Ley EEG 2021. que modifica la Ley de Fuentes de Energía Renovable y otras regulaciones energéticas ⁶¹ |
| 2021 | Acuerdo Gobierno-empresas para indemnización de las empresas energéticas afectadas por cierre de las plantas alemanas de energía nuclear a finales de 2022. Los pagos compensan los volúmenes de electricidad que no se podrán generar por el cierre como las inversiones realizadas por las empresas. |
| 2021 | Alemania y Arabia Saudita firmaron Memorando de Entendimiento que establece la cooperación en materia de producción, procesamiento, uso y transporte de Hidrógeno verde. Alemania y Australia convinieron estudiar la cooperar en cadena de suministros de Hidrógeno verde entre ellos |

Elaboración Propia

⁶⁰ La Estrategia establece pasos necesarios para cumplir los objetivos climáticos alemanes, crear nuevas cadenas de valor para la economía alemana y fomentar la cooperación en materia de política energética a nivel internacional. La Estrategia Incluye un Plan de Acción para Nacional que sienta las bases para la inversión privada en la generación, el transporte y el uso del hidrógeno que sea económicamente viable y sostenible. Se diseñó estimando que puede contribuir a mitigar el impacto de la crisis del COVID-19 y reactivar las economías alemana y europea. El Plan establece una primera fase de aceleración hasta 2023, considerando siempre a la oferta y la demanda juntas. (The Federal Government, 2020)

⁶¹ La Ley EEG 2021 contiene esencialmente las siguientes aspectos:

- Nuevo objetivo a largo plazo de neutralidad de gases de efecto invernadero antes de 2050 para la electricidad generada y consumida en Alemania. Contribución de 65% de las energías renovables en la matriz energética para 2030.
 - Las vías de expansión para las energías renovables para 2030.
 - Incremento de la rentabilidad y la fuerza innovadora.
 - Apalancamiento de la competitividad de la industria de alto costo de electricidad.
 - Mayor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico
 - Promoción del acoplamiento sectorial.
 - Mejoras en el abastecimiento de los buques de navegación marítima.
 - Preparación del camino hacia la "era posterior al financiamiento
 - Reconocimiento de los efectos de la pandemia Covid-19.
- (Deutscher Bundestag, 2021)

Paradigma 2020: sostenibilidad energética

Un sistema energético inclusivo en el que se garantice el suministro universal de energía eficiente, seguro, asequible y compatible con el medioambiente y la lucha contra el cambio climático, con una mayor participación de las energías renovables, que permita la reducción de emisiones gases de efecto invernadero, que diversifique las fuentes de suministro y actúe en la reducción de costos y del consumo de energía, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y con medidas para un uso eficiente de la energía.

A manera de síntesis se presenta de seguido un esquema del constructo del Desarrollo Tecnológico de la *Energiewende* en Alemania basado en la relación cronológica presentada.

Figura N° 02- Desarrollo Tecnológico energético de Alemania (1945 -2020)



Elaboración propia

3.4 Principales descriptores de desempeño del sector energético alemán

Cuadro N° 02 - Los propietarios de instalaciones de energías renovables

| Propietario | Capacidad instalada (%) |
|---|-------------------------|
| Particulares | 39,7 |
| Pequeñas empresas | 14,4 |
| Bancos y fondos | 11,0 |
| Agricultores | 10,8 |
| Industria de Artesanías | 9,3 |
| Grandes proveedores de electricidad (E.ON, RWE, EnBW, Vattenfall) | 6,5 |
| Productores regionales (cooperativas energéticas, municipios) | 1,6 |
| Otros | 6,7 |

Trend Research (2012),

Cuadro N° 03 - Indicadores de desempeño del sector energético

| Producción (MTOE)* / Año | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Producción de energía | 145.26 | 135.60 | 138.78 | 132.44 | 123.68 | 119.55 |
| Combustibles sólidos | 78.94 | 60.63 | 56.48 | 45.91 | 43.00 | 39.73 |
| de los cuales el carbón | 38.10 | 24.16 | 18.03 | 9.25 | 4.60 | 2.84 |
| Petróleo y productos | 4.30 | 4.73 | 7.20 | 7.54 | 7.53 | 7.45 |
| de los cuales Crudo y LGN | 2.97 | 3.20 | 3.46 | 2.47 | 2.38 | 2.34 |
| Gases | 15.10 | 15.82 | 14.33 | 11.11 | 6.34 | 6.55 |
| de los cuales el gas natural | 15.10 | 15.80 | 14.33 | 11.11 | 6.34 | 6.55 |
| Nuclear | 39.51 | 43.75 | 42.06 | 36.26 | 23.68 | 21.83 |
| Renovables | 5.98 | 8.98 | 16.85 | 27.71 | 38.89 | 39.48 |
| Desechos | 1.44 | 1.68 | 1.85 | 3.91 | 4.25 | 4.51 |
| Importación Neta | 195.18 | 204.71 | 208.41 | 202.15 | 195.93 | 203.21 |
| Combustibles sólidos | 10.27 | 21.66 | 25.97 | 31.65 | 36.17 | 38.30 |
| de los cuales el carbón | 8.17 | 8.17 | 23.76 | 29.15 | 35.22 | 37.71 |
| Petróleo y productos | 131.60 | 125.92 | 120.54 | 110.29 | 105.77 | 107.54 |
| de los cuales Crudo y LGN | 101.60 | 101.44 | 111.34 | 92.07 | 89.68 | 90.60 |
| Gases | 52.90 | 56.87 | 61.94 | 61.65 | 58.68 | 62.29 |
| de los cuales el gas natural | 52.90 | 56.87 | 61.94 | 61.65 | 58.68 | 62.29 |
| Renovables | 0.00 | 0.00 | 0.36 | -0.14 | -0.53 | -0.57 |
| Electricidad | 0.42 | 0.26 | -0.39 | -1.29 | -4.15 | -4.34 |
| Consumo interno bruto | 341.64 | 342.33 | 341.93 | 332.49 | 313.97 | 317.27 |
| Combustibles sólidos | 91.64 | 84.80 | 81.95 | 78.82 | 79.52 | 77.23 |
| de los cuales el carbón | 47.71 | 43.80 | 41.30 | 39.57 | 40.19 | 39.83 |
| Petróleo y productos | 135.37 | 130.98 | 121.48 | 111.32 | 107.17 | 108.80 |
| de los cuales Crudo y LGN | 104.82 | 108.09 | 114.47 | 94.64 | 92.34 | 93.70 |
| Gases | 67.30 | 71.88 | 77.78 | 75.91 | 65.15 | 70.33 |
| de los cuales el gas natural | 67.30 | 71.88 | 77.78 | 75.91 | 65.15 | 70.33 |
| Nuclear | 39.51 | 43.75 | 42.06 | 36.26 | 23.68 | 21.83 |
| Renovables | 5.98 | 8.98 | 17.21 | 27.57 | 38.35 | 38.92 |
| Electricidad | 0.42 | 0.26 | -0.39 | -1.29 | -4.15 | -4.34 |
| Desechos | 1.44 | 1.68 | 1.85 | 3.91 | 4.25 | 4.51 |
| Consumo de energía primaria | 318.02 | 317.27 | 317.26 | 309.90 | 292.71 | 295.84 |
| - según Consumo Final | 244.01 | 247.33 | 247.18 | 242.62 | 232.90 | 235.96 |
| Consumo final no energético | 23.62 | 25.06 | 24.66 | 22.58 | 21.27 | 21.43 |
| Consumo final energético | 221.62 | 220.01 | 218.46 | 219.65 | 212.12 | 216.45 |
| - según combustible / producto | | | | | | |
| Combustible sólido | 13.89 | 10.96 | 8.24 | 9.38 | 10.40 | 10.16 |
| Petróleo y derivados | 105.63 | 99.74 | 90.31 | 83.17 | 81.12 | 82.23 |
| Gases | 51.83 | 56.08 | 55.14 | 56.43 | 51.76 | 54.39 |
| Biomasa/ desechos orgánicos | 2.69 | 4.72 | 8.54 | 12.14 | 13.22 | 13.52 |
| Solar | 0.04 | 0.11 | 0.26 | 0.48 | 0.67 | 0.67 |
| Geotérmica | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.08 |
| Electricidad | 38.80 | 41.57 | 44.91 | 45.78 | 44.26 | 44.49 |
| Calor derivado | 8.75 | 6.83 | 10.75 | 11.27 | 9.59 | 9.78 |
| Desechos no orgánicos | 0.00 | 0.00 | 0.28 | 0.95 | 1.03 | 1.13 |
| - Por sector | | | | | | |
| Industrial | 60.14 | 57.57 | 59.09 | 60.56 | 60.95 | 61.12 |
| Transporte | 63.66 | 66.77 | 62.32 | 61.10 | 63.17 | 65.17 |
| Residencial | 66.25 | 65.24 | 63.50 | 62.45 | 53.17 | 56.05 |
| Servicios | 25.89 | 25.79 | 33.19 | 35.36 | 34.72 | 34.00 |
| Agricultura y pesca | 1.99 | 0.29 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Otros | 3.69 | 4.35 | 0.34 | 0.18 | 0.12 | 0.11 |

*MTOE: mega Tonaleda equivalente de petróleo

Cuadro N° 04 - Indicadores de desempeño del sector energético (continuación)

| Año | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Capacidad de electricidad instalada (GW) | 116.23 | 118.88 | 128.49 | 162.87 | 203.42 | 208.50 |
| Combustible sólido | 83.36 | 80.79 | 76.38 | 85.82 | 96.97 | 95.72 |
| Nuclear | 22.83 | 22.40 | 20.38 | 20.47 | 10.80 | 10.80 |
| Hidráulica | 8.88 | 9.49 | 10.86 | 11.22 | 11.40 | 11.30 |
| Eólica | 1.14 | 6.10 | 18.25 | 26.90 | 44.58 | 49.59 |
| Solar PV | 0.02 | 0.11 | 2.06 | 18.01 | 39.24 | 40.71 |
| Geotérmica | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.03 |
| Otros generadores | 0.00 | 0.00 | 0.57 | 0.45 | 0.40 | 0.35 |
| Generación Bruta de Electricidad por combustible (TWh) | 537.28 | 576.54 | 622.58 | 632.98 | 646.89 | 649.12 |
| Combustible sólido | 289.14 | 296.69 | 288.14 | 262.90 | 272.20 | 261.75 |
| Petróleo y derivados | 8.98 | 4.79 | 12.00 | 8.74 | 6.21 | 5.85 |
| Gases | 50.40 | 59.97 | 83.61 | 100.91 | 74.53 | 93.75 |
| Nuclear | 153.09 | 169.61 | 163.06 | 163.06 | 91.79 | 84.63 |
| Renovables | 30.40 | 39.71 | 69.28 | 111.21 | 193.29 | 193.93 |
| Desechos de materia no renovable | 5.26 | 5.79 | 3.25 | 6.35 | 7.06 | 7.33 |
| Energía y calor por cogeneración (CHP) | | | | | | |
| Capacidad eléctrica (GW) | 0.00 | 0.00 | 20.8 | 0.00 | 37.1 | 37.2 |
| Generación eléctrica (TWh) | 0.00 | 0.00 | 77.9 | 83.2 | 78.8 | 87.9 |
| CHP de la generación total de electricidad (%) | 0.00 | 0.00 | 12.5 | 13.2 | 12.2 | 13.5 |
| CHP de calor (PJ) | 0.00 | 0.00 | 652.5 | 675.8 | 669.9 | 698.0 |
| | | | | | | |
| Combustible para transporte (ktoe)* | | | | | | |
| Productos derivados del petróleo de consumo final | 62229 | 65139 | 58489 | 56660 | 59205 | 61146 |
| Gasolina para motor | 32059 | 30651 | 23722 | 18859 | 16926 | 16938 |
| Gas / Diesel Oil | 24099 | 27047 | 26364 | 28449 | 32944 | 34278 |
| Biocombustibles de consumo final | 36 | 236 | 1859 | 2884 | 2537 | 2540 |
| Biogasolina | 0 | 0 | 153 | 749 | 744 | 745 |
| Biodiesel | 31 | 222 | 1552 | 2104 | 1792 | 1792 |

*Ktoe: kilo tonelada equivalente de petróleo

| Año | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Intensidad de energía (toe/M€'10) | 159.3 | 145.1 | 140.9 | 128.9 | 112.1 | 111.1 |
| Energía <i>per cápita</i> (kgoe/cap) | 4189.9 | 4166.5 | 4144.5 | 4064.5 | 3866.8 | 3860.9 |
| Electricidad final <i>per cápita</i> (KWh/cap) | 5533.7 | 5884.0 | 6330.4 | 6508.7 | 6339.2 | 6296.0 |
| Intensidad de energía primaria (toe/M€'10) | 148.3 | 134.5 | 130.7 | 120.1 | 104.5 | 103.6 |
| Dependencia de energía importada (%) | 56.8 | 59.4 | 60.5 | 60.3 | 61.9 | 63.5 |
| - de combustibles sólidos | 11.2 | 25.5 | 31.7 | 40.1 | 45.5 | 49.6 |
| - de Carbón duro | 17.1 | 39.2 | 57.5 | 73.7 | 87.6 | 94.7 |
| - de Combustibles de petróleo | 95.8 | 94.6 | 97.3 | 96.7 | 96.5 | 96.4 |
| - de crudos y GLP | 96.9 | 93.8 | 97.3 | 97.3 | 97.1 | 96.7 |
| - de gas natural | 78.6 | 79.1 | 79.6 | 81.2 | 90.1 | 88.6 |
| Energías Renovables (RES) en final bruta (%) | | | | | | |
| Todas las RES menos aviación | 0 | 0 | 6.7 | 10.5 | 14.6 | 14.8 |
| Calefacción y Refrigeración RES-H&C | 0 | 0 | 6.8 | 9.8 | 12.9 | 13.0 |
| Generación eléctrica RES-E | 0 | 0 | 10.5 | 18.2 | 30.8 | 32.2 |
| Transporte RES-T | 0 | 0 | 4.0 | 6.4 | 6.6 | 6.9 |

| Emission de gases (Mio ton CO ₂) | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CO ₂ ** | 954.84 | 920.06 | 889.94 | 857.68 | 821.29 | 827.92 |
| GEIs ** | 1138.26 | 1064.25 | 1016.02 | 967.00 | 931.19 | 935.82 |
| Principales indicadores de emisiones | | | | | | |
| CO ₂ per cápita (kg CO ₂ /cap) | 11710.3 | 11197.9 | 10787.0 | 10484.8 | 10114.7 | 10075.0 |
| Carbon Intensity (kg CO ₂ /toe) | 2778.1 | 2670.6 | 2584.1 | 2558.4 | 2596.0 | 2586.7 |
| CO ₂ GDP Intensity (ton CO ₂ /M€'10) | 445.1 | 390.1 | 366.8 | 332.4 | 293.2 | 290.0 |

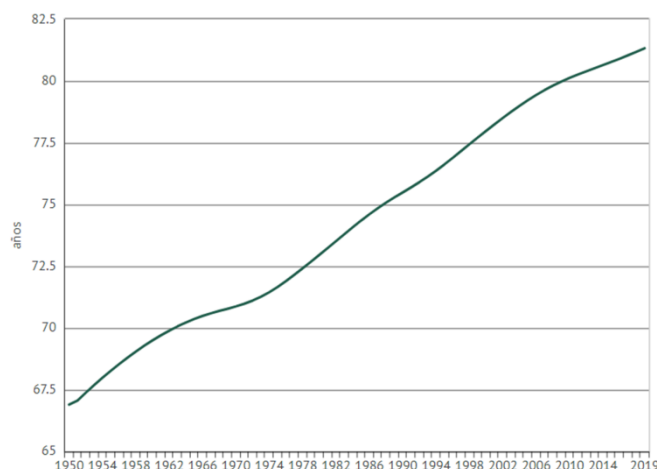
** Total de emisiones sin LULUCF (uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura), con ind. CO₂, incluye la aviación internacional, excluye transporte marítimo internacional

fuelle: (European Commission, 2018)

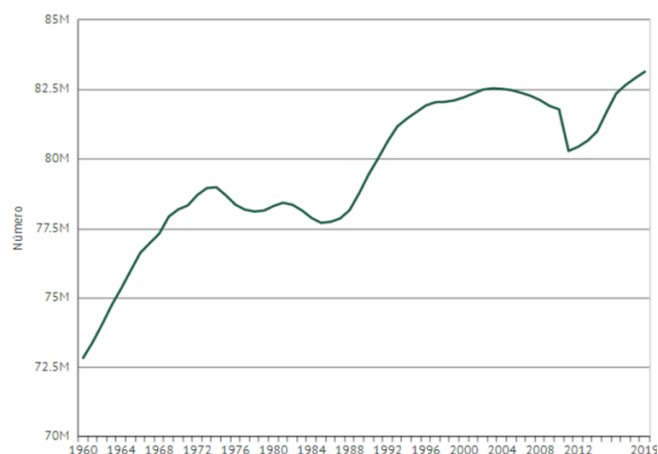
A partir del año 1990, el país ha visto la expansión de la generación renovable en un 980 por ciento y una reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero en un 32 por ciento. En el mismo periodo, su economía ha crecido en un 53 por ciento, en cuanto el consumo de energía primaria se ha reducido en un 13 por ciento. (Agora Energiewende, 2019)

Figura N° 03- Descriptores de la sociedad alemana

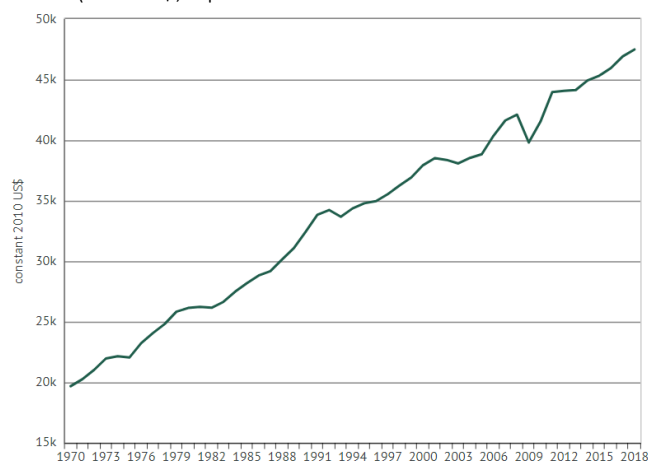
Esperanza de vida al nacer en Alemania (años)



Población total de Alemania (habitantes)



Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de Alemania
(en USD\$, a precios constantes de 2010)



Fuente: Atlas Mundial de Datos, (Knoema, 2020)

IV. Conclusiones

Los comentarios y conclusiones se estructuran en dos niveles, uno, referido al constructo del Desarrollo Tecnológico energético vigente, y el otro, atendiendo al Desarrollo Tecnológico de cara a la sustentabilidad.

La correlación cronológica que se ha presentado muestra cómo la energía es indisoluble al modo de vida privado y público, y se constituye en la cultura de una sociedad, con sus expresiones propias e inter-relacionadas en cada escala y cada sector. El Desarrollo Tecnológico energético alemán vigente, la *Energiewende*, es un constructo que responde a un Paradigma construido en sociedad con un alto grado de consciencia sobre la intencionalidad de cada elemento, lo que le ha permitido orientar esfuerzos para evolucionar permanente la estructura sociotécnica con claros y ambiciosos objetivos. Destaca la suma de grandes y pequeñas decisiones, tanto individuales y colectivas. Un proceso de larga data que ha tenido lugar en toda la sociedad y que ha implicado cambios profundos en todas las escalas y entornos, anclados en el compromiso de avanzar como Nación.

A lo largo del tiempo se observa que el desarrollo tecnológico energético en Alemania está permanentemente acoplándose con los intereses de su sociedad. Si bien diversos e incluso divergentes tales intereses, suelen ir en busca del consenso o al menos la negociación. En todo caso se aprecia un esfuerzo creciente por la consideración y la inclusión.

El involucramiento de la población desde diferentes roles, actuando como vigilante de una postura de interés, como usuario y/o como integrante del sector productivo energético ha sido factible, por el desarrollo de capacidad y voluntad de decisión en los ciudadanos para orientar el desarrollo tecnológico en una dirección acorde con sus intereses, además por el ejercicio de facultades institucionales necesarias para que la sociedad se informe y participe en las decisiones y actuaciones. Vale resaltar la cuidadosa pero expedita articulación entre los instrumentos políticos, así como la habilidad de los partidos políticos de evolucionar con las aspiraciones de sus bases.

Particular nota a las consideraciones ambientales como un criterio guía del desarrollo energético. Las aspiraciones ambientales ciudadanas están presentes y devinieron en estrategias políticas energéticas como resultado de una amplia y decidida educación general y masificada intergeneracional, complementada con el desarrollo de capacidades para hacer investigación específica y permanente en busca de innovaciones satisfactorias. Así, se hizo investigación de acuerdo al momento: primero fue sobre eficiencia energética, energía nuclear, remediación, luego, sobre energías limpias; iniciando con la eólica hasta el día de hoy cuando se incursiona con el Hidrógeno, siempre, el conocimiento adquirido en un período fue insumo para el siguiente.

La revisión del caso alemán confirma que la estructura sociotécnica descansa en gran medida en acuerdos y procesos de negociación y consensos que permiten un desarrollo tecnológico específico. En tanto más democrática e inclusiva sean esos procesos, más firmes y favorables serán al Desarrollo de una Sociedad.

En referencia a la *Energiewende* vista como la conformación de una estructura sociotécnica con características diferentes a las prevalentes en el Mundo durante los últimos dos siglos, la modesta aproximación realizada en esta monografía destaca elementos diferenciados que señalan la posibilidad de una transformación social, económica y tecnológica en una dirección más sostenible.

El primer exponente de esta apreciación es el Paradigma que lo guía. Así también estos elementos identificados: la diversificación de fuentes energéticas con tendencia a consolidar las renovables, las sinergias tecnológicas que direccionan hacia los postulados de la economía circular (por ej., el aprovechamiento energético de residuos), no hay efecto derrame a todos los sectores de la sociedad sino engranaje (por ej., la puesta en valor de subproductos del agro, el turismo industrial en minas y reactores nucleares cesados, la generación por pequeños propietarios). Y en especial, el modesto pero firme desacople crecimiento/ consumo, y las expectativas de vida larga y saludable.

Finalmente, en la búsqueda de buenas prácticas, lecciones aprendidas, paralelismos o analogías útiles para construir el desarrollo sociotecnológico de la transición energética de América Latina, vale resaltar que la cronología de decisiones y encadenamientos que se ha presentado está sostenida por una red de segundo nivel que se subsume a la primera, que se materializa del mismo modo, en aspiraciones, instituciones, innovaciones y emergencias.

Seleccionar intencionalmente casos de estudio del constructo del Desarrollo Tecnológico de la *Energiewende* en Alemania, y reconocer en ellos las estructuras, mecanismos o instrumentos que articulan esa malla de segundo nivel, haciendo de esas articulaciones unas actuaciones informadas, activas, representativas, participativas y vinculantes; se puede apreciar como un próximo paso, una invitación a seguir construyendo el conocimiento sobre el tema. La exploratoria a nivel de casos hará más evidente y cercano para las personas de América Latina la construcción de la transición energética, al identificar dificultades y oportunidades similares a las de su contexto local, nacional y regional.

Patricia Antonieta Ramos Cárquez-
febrero, 2021

Bibliografía

- Agora Energiewende. (2018). *Stromnetze für 65 Prozent Erneuerbare bis 2030. Zwölf Maßnahmen für den synchronen Ausbau von Netzen und Erneuerbaren Energien*.
- Agora Energiewende. (2019). *La Energiewende en síntesis. 10 preguntas y respuestas sobre la transición energética alemana*. Fundación Mercator - Fundación Climática Europea, México.
- Álvarez Pelegrí, E., & Ortiz Martínez, I. (2016). *La transición energética en Alemania*. Bilbao: Cuadernos Orkestra, Documentos de Energía.
- Banco Mundial (BM). (2020). *World Development Indicators*. Recuperado el agosto de 2020, de <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>
- Comisión Europea. (2018). *Reglamento 2018/1999. Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima*. Bruselas : Parlamento Europeo.
- Comunidad Europea de la Energía Atómica. (1957). *Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica*. Roma.
- Consejo de las Comunidades Europeas. (1985). *Directiva 85/337/CEE, del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*. Bruselas: Diari oOficial de la Unión Europea (Serie L).
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GTZ. (2018). *La Energiewende alemana, Transformar el sistema energético de Alemania*. Berlín, Alemania: Ministerio Federal de Relaciones Exteriores.

- Deutscher Bundestag. (2021). *Gesetz zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energierechtlicher Vorschriften*. Berlín, Alemania.
- Dios, A. (2017). La evaluación del mix eléctrico en diversos países europeos, 1995 - 2014: Alemania, Francia, Reino Unido, Dinamarca, Italia y España. *Revista Gallega de Economía Universidad de Santiago de Compostela*, 26(3), 5 -18.
- European Commission. (2018). EU ENERGY IN FIGURES 2018. STATISTICAL POCKETBOOK 2018. En L. P. Union. Luxembourg: Imprimerie Centrale SA in Luxembourg.
- European Commission. (29 de julio de 2020). *Eurostat*. Recuperado el 29 de julio de 2020, de European Statistical System (ESS): <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). (2021). *Informationsportal Erneuerbare Energien*.
- Fundacion Konrad Adenauer (KAS). (2015). *Historia de la Política Ambiental en Alemania: perspectiva de la CDU 1958 -2015*. Berlín: KAS.
- Gallego Valiña, M. (2011). Turismo industrial: El caso alemán. *ROTUR/REVISTA DE OCIO Y TURISMO*(4), 117-138.
- Institut für Trend- und Marktforschung. (2012). *Anteile einzelner Marktakteure an Erneuerbare Energien-Anlagen in Deutschland, trend research, Bremen*. Bremen: trend research.
- Kissel, U., & Peckmann, H. (30 de 06 de 2011). *Bundestag beschließt Atomausstieg*. Obtenido de Deutsche Welle: <https://www.dw.com/de/bundestag-beschlie%C3%9Ft-atomausstieg/a-15200432-1>
- Knoema. (2020). *Atlas Mundial de Datos*. Recuperado el 21 de 07 de 2020, de <https://knoema.es/atlas/Alemania/topics/Datos-demogr%C3%A1ficos/Poblaci%C3%B3n/Poblaci%C3%B3n>
- Morris, C., & Pehnt, M. (2019). *La transición energética alemana - La Energiewende alemana*. Berlín, Alemania: Heinrich Böll Stiftung.
- Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. (s.f.). *EUR-Lex*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/content/welcome/about.html>
- Ormazabak Jordana, J. (2017). *La sostenibilidad energética en la Unión europea. Aproximación a su desarrollo en Dinamarca, Alemania y España (tesis doctoral)*. Universidad del País Vasco.
- Parlamento Europeo. (2009). *Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*. Bruselas: Parlamento Europeo.
- Pizarro, V. (2017). *Política energética 2050; Estudio comparado de mecanismos de participación aplicados en Chile, Alemania y Australia*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de ingeniería Industrial, Santiago de Chile.
- The Federal Government. (2020). *The National Hydrogen Strategy*. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.
- Unión Europea. (26 de julio de 2020). *Web oficial de la Unión Europea*. Recuperado el 26 de julio de 2020, de Europa. eu: https://europa.eu/european-union/index_es
- Warren, B. (2020). Si la energía verde es el futuro, ¿cómo puede la tecnología marcar el camino? *Renewable Energy Country Attractiveness Index (RECAI)*(56ª edición).