

El mercado de la energía nuclear en India

Junio 2015

Este estudio ha sido realizado por
Ismael Hidalgo Rama, bajo la supervisión de la
Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Nueva Delhi

ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	3
2. DEFINICIÓN DEL SECTOR	6
2.1. El sector energético en India	7
2.2. Regulación y seguridad nuclear	8
2.3. Ley de responsabilidad civil	10
3. OFERTA – ANÁLISIS DE COMPETIDORES	11
3.1. Recursos de Uranio en India	12
3.2. Desarrollo de la industria nuclear en India	14
3.3. Capacidad de energía nuclear instalada en India	15
3.4. Reactores nucleares implantados en India	16
3.5. Reactores en construcción en India	19
3.6. Nuevas Plantas - Capacidad proyectada	21
3.7. Empresas públicas en el sector nuclear	25
3.8. Acuerdos con proveedores internacionales	27
3.9. Ingeniería pesada en India. competidores locales	28
4. DEMANDA	30
5. PRECIOS	32
6. PERCEPCIÓN DEL PRODUCTO ESPAÑOL	34
7. CANALES DE DISTRIBUCIÓN	36
8. ACCESO AL MERCADO-BARRERAS	37
8.1. Descripción del mercado en India	37
8.1. Responsabilidad civil nuclear en india	38
9. PERSPECTIVAS DEL SECTOR	40
10. OPORTUNIDADES	42
11. INFORMACIÓN PRÁCTICA	43
12. OTROS EPÍGRAFES	44

1. RESUMEN EJECUTIVO

La energía nuclear va a desempeñar un papel muy importante en el marco energético de India en los próximos años. Esto se debe a los grandes desafíos a los que debe enfrentarse el país a corto plazo, como son: la **creciente demanda**, la **universalidad y seguridad del acceso energético** y la **mitigación de las emisiones** de carbono.

Esta necesidad energética es consecuencia del **desarrollo económico y demográfico** que está experimentando el país actualmente y que se acentuara en los próximos años. Actualmente, las carencias energéticas en India son de gran envergadura, ya que en India 300 millones de personas no tienen acceso a la electricidad y un 25 % de la población sufre cortes diariamente. Se estima que esta demanda crecerá un 128 % para el año 2035.

Por otro lado, la **seguridad energética** del país será clave en su desarrollo, sin dejar de lado, la gran dependencia que el país asiático tiene de importación de energía primaria, con un 80 % de importación de petróleo y un 20 % de carbón, lo que daña considerablemente su balanza comercial.

Otro punto de vital importancia en el sector energético indio es la **posición del nuevo gobierno** del primer ministro Narendra Modi en relación con el **cambio climático**, y la reducción de emisiones de carbono. El primer ministro se posiciona firmemente a favor de una reducción de emisiones de CO₂ y este cambio pasa por reducir considerablemente su producción de energía a través de combustibles fósiles como el carbón.

Actualmente, la industria nuclear India cuenta con una capacidad instalada de 5,3 GWe (Junio de 2015), que representa un 2 % del mix energético del país, muy lejos del 70 % que representa la capacidad instalada de energía térmica. En países desarrollados como España, la aportación nuclear es de un 7 % del total de capacidad instalada y en grandes potencias nucleares como Francia alcanza más del 70 %.

El sector nuclear para uso civil en India posee la capacidad de desarrollar el ciclo completo de la energía nuclear, desde la exploración del uranio, la minería, la fabricación del combustible, la generación de la electricidad, el reciclado y la gestión de residuos. Debido a que India quedo fuera del Tratado de No Proliferación Nuclear, el país estuvo excluido del comercio internacional en el sector nuclear durante 34 años, hasta el año 2008, lo que dificultó el desarrollo de su industria nuclear para uso civil.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Como consecuencia de las prohibiciones comerciales anteriores y la falta de uranio indígena, India decidió desarrollar su propio programa de energía nuclear, con el fin de poseer su propia tecnología nuclear y autoabastecerse, el objetivo final del programa nuclear indio es poder explotar sus abundantes reservas de torio, y utilizarlas como combustible en sus centrales.

Este Programa de energía nuclear de la India se compone de tres fases, estas se diferencian por el tipo de reactor y combustible utilizado en cada una de ellas. En la fase I, se utilizan Reactores de agua pesada a presión y utilizan como combustible uranio natural. Durante la fase II del programa, se utilizan reactores de mayor potencia como son los reactores de reproducción rápida, alimentados por plutonio que proviene de plantas de reprocesado que también han sido desarrolladas durante esta etapa. Por último en la Fase III, se utilizara como combustible el torio procesado a partir de la anterior etapa y los reactores avanzados de agua pesada a presión, los cuales generarán una energía bastante mayor que los actuales. Actualmente el programa se encuentra en la fase II y se están empezando el desarrollo de la última etapa.

El éxito del programa de energía nuclear permitirá que India pueda convertirse en un líder mundial en tecnología nuclear debido a la experiencia obtenida en la fabricación de reactores rápidos y en el ciclo de combustible de torio.

El sector nuclear en India está regulado por la *Atomic Energy Act*, según las normas del **gobierno central** posee todas las competencias relacionadas con las actividades nucleares, incluyendo los recursos naturales de uranio y torio, la industria de desarrollo de energía atómica, fijación de tarifas de generación de energía y los residuos nucleares. El organismo del gobierno central encargado de gestionar el sector nuclear en India es la *Atomic Energy Commission* (AEC, por sus siglas en ingles).

Bajo la dirección directa del primer ministro se encuentra el *Department of Atomic Energy* (DEA, por sus siglas en ingles), esta agencia se encarga de todas las actividades relacionadas con la energía nuclear civil en India. La DAE, controla la *National Power Corporation of India Ltd.* (NPCIL, por sus siglas en ingles), que es la única empresa que puede generar energía nuclear, también la *Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Ltd.* (BHAVINI) es la encargada del desarrollo de los reactores FBR, y la *Uranium Corporation of India Ltd.*, que gestiona la extracción y el procesamiento del uranio.

El brazo regulador de la AEC, es la *Atomic Energy Regulatory Board* (AERB, por sus siglas en ingles), se trata de una institución totalmente independiente de la DAE.

En el mercado nuclear indio encontramos fuertes competidores nacionales, así como internacionales, consecuencia de los diferentes acuerdos bilaterales (EE.UU., Rusia, Francia, etc.) que ha ido firmando India estos últimos años desde su apertura comercial. Estos acuerdos han servido de arrastre para que las empresas de los diferentes países y relacionadas con la industria puedan introducirse en el mercado de forma más sencilla. La industria pesada nacional relacionada con el sector, también cuenta con empresas de importante tamaño y desarrollo, ya que han ido creciendo a la par de la industria nuclear y sus diferentes fases.

Pero no solo la competencia en el mercado supone un reto a la hora de comenzar actividades comerciales en el mercado, para los suministradores y proveedores internacionales (caso de España). La **principal barrera** que una empresa se encuentra, cuando intenta introducirse en el

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

mercado, es de inseguridad jurídica, debido a una incompatibilidad entre la ley de responsabilidad civil de 2010 de la India y los convenios internacionales que afecta a los proveedores internacionales. El problema principal se plantea en materia de la responsabilidad civil de los proveedores. Según establece el art 17b de la norma india, un proveedor es responsable durante un periodo de 80 años. En caso de accidente, podría ser condenado (independientemente del operador) al pago de indemnizaciones si un tribunal indio considera que la catástrofe es consecuencia de su actuación negligente.

En cuanto a las oportunidades que presenta el mercado son muy considerables, ya que India espera contar con una capacidad de 14.600 MWe de energía nuclear para el año 2020, lo que supondría un crecimiento en el sector de un 15 %. El objetivo de India es que la energía nuclear proporcione el 25% de la energía producida para el año 2050.

El gobierno del actual primer ministro, Narendra Modi, ha apostado fuertemente por el desarrollo energético del país y especialmente por la energía nuclear. Un gran número de proyectos se encuentran en fase de construcción, y otros tantos, en fase de desarrollo, lo que aseguran un gran mercado a corto y medio plazo en India.

Aunque las oportunidades presentes en el mercado son importantes, las empresas deben tener en cuenta las grandes barreras que presentan un mercado como el indio y un sector tan delicado como es el nuclear. Un acuerdo bilateral entre España¹ e India, facilitaría en gran medida la entrada de la industria española en el país.

¹ Dicho acuerdo se encuentra en una fase muy incipiente de la negociación. Existen escollos muy importantes como la Ley de Responsabilidad Civil de la India.

2. DEFINICIÓN DEL SECTOR

El rápido crecimiento y la expansión de las economías de todo el mundo se ha traducido en la necesidad de asegurar un abastecimiento de energía constante y fiable, ante una demanda que crece exponencialmente día tras día.

En el caso de países como India esta demanda será aún más significativa, con una población actual de unos 1.200 millones de personas, y un crecimiento demográfico que llegará hasta los 1.500 millones en 2030. Un crecimiento económico del PIB en 2015, de un 7 u 8 %, el cual se mantendrá en los próximos años, debido al crecimiento industrial que está experimentando el país, hacen que India necesite una gran cantidad de recursos energéticos.

Además, destacar la evolución de la demografía del país, con un éxodo rural hacia grandes urbes que se espera que para 2030 el 40% de la población viva en grandes aglomeraciones.

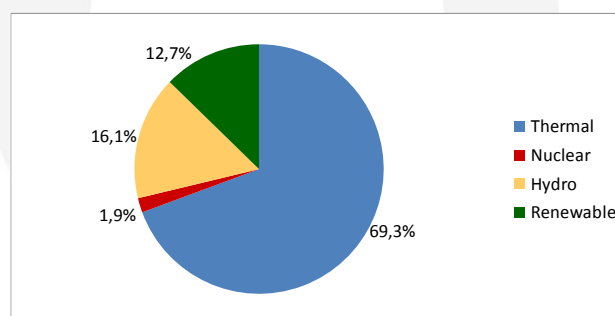
Ante esta inmensa necesidad de recursos energéticos, la energía nuclear jugará un papel fundamental para asegurar las necesidades futuras, que se traducirá en un desarrollo rápido de la economía y por tanto tendrá una contribución de vital importancia para el crecimiento del país asiático. Además, la energía nuclear reducirá el impacto de la volatilidad de los precios de combustibles fósiles y mitigará los efectos del cambio climático.

En el mix energético de India, la energía térmica juega un papel de gran importancia, ya que este tipo de energía se produce a partir de combustibles fósiles como el carbón, lo que supone una gran dependencia de este mineral. Aunque el país cuenta con importantes reservas, no son suficientes, y por lo tanto debe importar grandes cantidades (hasta un 25% en 2014), dañando gravemente la balanza comercial de India.

Por otro lado, actualmente, la energía nuclear solo representa el 2% de la capacidad total instalada, que en comparación con países desarrollados como España (7 %) o Francia (40 %), es una cuota muy baja, si el fin último es la seguridad de energía primaria.

Actualmente, hay 437 reactores nucleares operativos en el mundo, de los cuales, 21 se encuentran en India, y según proyecciones de la IAEA, esta cifra se incrementará en 90 reactores

Ilustración 1: Contribución por tipo de energías instaladas en India en 2014.



EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

más en los próximos 20 años. En este momento de los 66 reactores que se encuentran en fase de construcción en el mundo, 7 se están desarrollando en India. En total, se espera que la producción de energía nuclear se incremente en un 23% en todo el mundo en las dos próximas décadas.

2.1. EL SECTOR ENERGÉTICO EN INDIA

El consumo de energía primaria en la India se ha doblado desde 1990 hasta 2013 hasta casi los 25.000 PJ (Petajulios). Además, la India tiene una gran dependencia de importaciones de recursos energéticos y las inconsistentes reformas llevadas a cabo en el sector de la energía, no han dado el resultado esperado para resolver uno de los grandes desafíos a los que se tiene que enfrentar India en los próximos tiempos, que es satisfacer la creciente demanda que experimentará el país.

La publicación de *British Petrol*, sobre el Panorama energético en 2035, proyecta que la producción de energía en la India aumentará un 117% para 2035, mientras que el consumo crecerá en un 128%. La demanda de electricidad en la India ha aumentado rápidamente hasta los 1.128 Billones de kilovatios brutos hora (TWh) producidos en 2012, lo que supone el triple de la cantidad demandada en 1990, aunque solo representa 750 KWh per cápita al año, muy lejos de los países occidentales.

En cuanto a la generación bruta, está compuesta por la producción de 801 TWh a partir de carbón, 94 TWh de gas, 23 TWh de petróleo, 33 TWh de nuclear, 126 TWh de energía hidroeléctrica y 50 TWh de otras energías renovables. El carbón provee más de dos tercios de la electricidad en la actualidad, pero las reservas son limitadas², en 2013, unas 533 millones de toneladas fueron de producción nacional y alrededor de 159 millones de toneladas necesitaron ser importadas.

Se espera que la cifra de consumo per cápita de electricidad se duplique en el año 2020, con un crecimiento anual del 6,3%, hasta alcanzar los 5.000-6.000 KWh per cápita en 2050, lo que requerirá una producción de aproximadamente 8.000 TWh/año. Este aumento de la demanda exigirá una producción de energía más estable y fiable que en la actualidad, donde incluso un tercio de la población no tiene acceso a ninguna red eléctrica.

A mediados de 2014, India contaba con una instalación de 254 GW, de los cuales, 20,5 GW fueron añadidos en el último año. Para el programa entre los años 2012 - 2017 (antiguo PQ) el gobierno indio tiene como objetivo aumentar la instalación en 100 GW, con una inversión necesaria estimada en 250 mil millones de euros. Respecto a la energía nuclear el objetivo es aumentar la instalación en 3,9 GW de potencia, (incluyendo una unidad de 1.000 MWe importada y cuatro unidades de 700 MWe de producción local). En la actualidad, y como se puede ver en el punto de oferta de este informe, se espera que estos reactores estén operativos entre 2015 y 2016.

² Los recursos de carbón en India ascienden a 293 millones de toneladas, la mayor parte se encuentra en las zonas boscosas del este de la India (Jharkhand, Orissa, Chhattisgarh y Bengala Occidental).

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Tabla 1: Instalación energética en India (Octubre 2014)

Térmica	Hidroeléctrica	Nuclear	Renovables	Total
176.118,6 MW	40.798,8 MW	5.302 MW	32.307,71 MW	254.527.1 MW

En cuando a las redes eléctricas en India, el país cuenta con cinco principales redes de electricidad; Norte, Este, Norte-Este, Sur y Oeste. Todas ellas están interconectadas hasta cierto punto, excepto la red del Sur, que se encuentra aislada. Todas ellas son operadas por la empresa estatal *Power Grid Corporation of India Ltd.* (PGCI), que gestiona más de 95.000 km de circuitos de líneas de transmisión. (En julio de 2012, el Sistema Interconectado del Norte falló con 35.669 MW de carga en la madrugada, y al día siguiente, otras dos redes fallaron de nuevo para que más de 600 millones de personas en 22 estados se quedaron sin electricidad durante 24 horas.) Según un informe de KPMG, las pérdidas por transmisión y distribución en India ascendían a 6 mil millones de euros al año, lo que equivale a unas pérdidas de energía de un 17 % (193 TWh) en transmisión, en 2012.

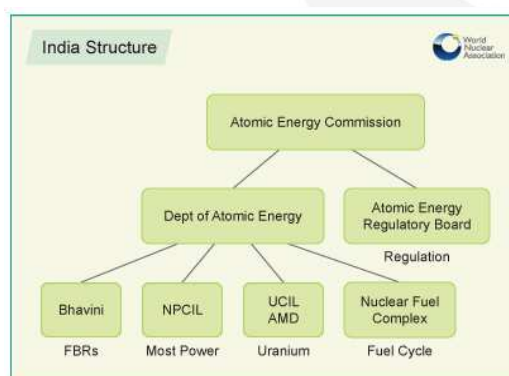
En definitiva, la energía nuclear presenta una gran oportunidad para un país como India, el cual requerirá una gran cantidad de energía en un plazo corto de tiempo, debido a la creciente evolución de la demanda, la dependencia de importación de la energía, la poca relevancia actual de la energía nuclear en el mix energético y el impulso por parte del gobierno central a este tipo de energía.

2.2. REGULACIÓN Y SEGURIDAD NUCLEAR

De acuerdo con la Constitución de la India, el gobierno central tiene la responsabilidad exclusiva del sector de la energía nuclear y de los recursos minerales necesarios para su producción. Sin embargo, al igual que otros sectores, los gobiernos estatales tienen la autoridad sobre el uso del suelo dentro de su jurisdicción, que afecta al desarrollo de la energía nuclear en un cierto grado.

En 1948, se creó la Comisión de Energía Atómica (AEC, por sus siglas en inglés) bajo la Ley de Energía Atómica. Más tarde, en 1954, se fundó el Departamento de Energía Atómica (DAE, por sus siglas en inglés), para abarcar la investigación, el desarrollo tecnológico y el funcionamiento de los reactores comerciales. La Ley de Energía Atómica actual es de 1962, y permite sólo a las empresas propiedad del gobierno la participación en la generación de energía en el sector nuclear.

Ilustración 2: Organigrama sector público de la energía nuclear en India



Fuente: World Nuclear association.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Bajo la dirección directa del primer ministro, se encuentra la **DAE**, la cual es exclusivamente responsable de todas las actividades relacionadas con la energía nuclear en la India. La DAE supervisa las cuatro fuentes de alimentación, incluyendo la Corporación Nacional de Energía de la India (NPCIL, por sus siglas en inglés), única empresa de generación de energía nuclear de la India; el *Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Ltd* (BHAVINI) a cargo del desarrollo del reactor FBR de la segunda fase del programa nuclear de la India; la Corporación de Uranio de India (UCIL, por sus siglas en inglés) para la extracción de uranio y procesión; y, la *Nuclear Fuel Complex*, encargada de la fabricación de combustibles y componentes.

El Consejo Regulador de la Energía Atómica (AERB, por sus siglas en inglés) se formó en 1983 y está bajo la AEC, pero es independiente de la DAE. Es responsable de la regulación y concesión de licencias de todas las instalaciones nucleares, y su seguridad. Su autoridad respecto a la seguridad radiológica viene conferida por la Ley de Energía Atómica y para la seguridad industrial en las plantas nucleares por la Ley de fábricas.

Sin embargo, la AERB no es una autoridad estatutaria totalmente independiente. En abril de 2011, el gobierno anunció que iba a legislar para establecer un nuevo ente público independiente y autónomo, la *Nuclear Regulatory Authority of India*, que reemplazara a la AERB, y que las evaluaciones sobre seguridad de la plantas se hiciesen públicas.

En septiembre de 2011, lanzó un proyecto de ley para establecer una nueva autoridad reguladora independiente, que se encargase de supervisar la seguridad radiológica y nuclear. El proyecto de una nueva Autoridad Reguladora para la Seguridad Nuclear se elaboró en respuesta a los acontecimientos de Fukushima y tiene como objetivo establecer varios nuevos organismos reguladores. Entre los que se pueden destacar, un nuevo alto Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, por su siglas en inglés), presidido por el primer ministro, el cual se encargará de supervisar y revisar las políticas sobre seguridad radiológica, seguridad nuclear y demás disposiciones afines. Incluirá varios ministros del gobierno, con el secretario de Estado y jefe de la Comisión de Energía Atómica de la India, además de "eminentes expertos" designados por los gobiernos.

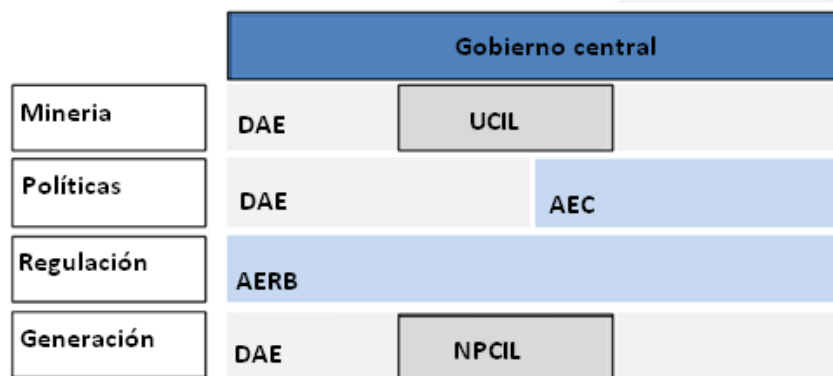
El segundo punto principal del proyecto está relacionado con la creación de la *Nuclear Safety Regulatory Authority* (NSRA, por sus siglas en inglés) y será la responsable de garantizar la seguridad radiológica y la seguridad nuclear en todas las actividades del sector civil. La NSRA se hará cargo de las funciones de la existente AERB. A mediados de 2014, el proyecto aún se encontraba pendiente de aprobación.

En abril de 2012, la AERB se sumó al Programa de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE *Multinational Design Evaluation Program* (MDEP, por sus siglas en inglés) como su undécimo miembro, y el primer nuevo miembro desde el inicio del programa. La NEA dijo que estaría involucrada activamente en los distintos grupos de trabajo, los cuales son los encargados de redactar los nuevos códigos y estándares.

Además, la NPCIL es un participante activo en los programas de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO, por sus siglas en inglés).

En la Ilustración 8, se muestran la competencia de cada uno de los organismos públicos, en las diferentes partes en las que se compone el sector de la energía nuclear en India.

Ilustración 3: Organismos públicos encargados de las diferentes fases del sector nuclear en India.



Fuente: Elaboración propia.

2.3. LEY DE RESPONSABILIDAD CIVIL EN INDIA

Para entender el mercado de la energía nuclear en India, hay que conocer la ley de responsabilidad civil de 2010, ya que afecta directamente a los proveedores y suministrados del sector.

En primer lugar, la *Atomic Energy Act* de 1962 no menciona en ningún momento quienes son responsables de indemnización en caso de accidente, además India no forma parte de los convenios internacionales de responsabilidad nuclear internacionales. Estos motivos han creado gran inseguridad jurídica para los suministradores en proyectos de energía nuclear, lo que ha dificultado el acceso al mercado de empresas internacionales.

En 2008, el estado indio aseguró que tomaría medidas para solventar estos problemas, adhiriéndose a la Convención sobre Indemnización Suplementaria (CSC, por sus siglas en inglés), en el año 2010 firmo su adhesión al convenio internacional pero aún no ha sido ratificada por parte del gobierno, que además no ha dado explicaciones sobre ello.

La principal traba para que India pueda incorporarse de pleno derecho al convenio es la incompatibilidad de la Ley de Responsabilidad Civil India de 2010 con los requisitos básicos del convenio.

3. OFERTA – ANÁLISIS DE COMPETIDORES

Actualmente, la capacidad de energía nuclear instalada en India es de 5.3 GW, mediante los cuales la *Nuclear Power Corporation India Limited* (NPCIL, por sus siglas en inglés), suministro 35 TWh de electricidad en la India en el periodo 2013 – 2014 con un factor de capacidad³ del 83 % y una disponibilidad del 88 %.

El objetivo del actual gobierno⁴ del primer ministro Modi es contar con una instalación de 10.1 GW para el año 2017, el cual se cumplirá una vez estén operativos los reactores que se encuentran en fase de construcción.

Los objetivos del anterior gobierno, fueron muy ambiciosos, ya que su idea era contar con una instalación de 27,5 GW en el año 2024 y 63 GW en 2052. Esta fuerte apuesta del gobierno por la energía nuclear fue debida a los pocos recursos energéticos con los que contaba y cuenta el país, actualmente. Sin embargo, es evidente que para cumplir los objetivos fijados, India necesitaría una importante importación de uranio, ya que las reservas de uranio en India son escasas, como veremos a continuación.

En 2009, la NPCIL, dijo que el objetivo para el año 2032, sería tener una capacidad de 60 GW, los cuales, serian alimentados únicamente con uranio importado. Pero en 2011, el parlamento rectificó este objetivo por no considerarlo realista y lo fijó en 14 GW de capacidad instalada para el año 2020 y en 27,5 GW para el año 2032. Los últimos objetivos fijados por el actual gobierno son contar con una capacidad instalada de 17 GW en el año 2024.

Como se puede observar los objetivos de instalación en India han ido variando a lo largo de estos últimos años, sobre todo debido a la falta de cohesión en las políticas energéticas en el país. Pero la intención de las autoridades es que un 25 % de la contribución energética provenga de energía nuclear para el año 2050.

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_planta

⁴ En mayo de 2014, tras 5 semanas de elecciones legislativas, el líder del Bharatiya Janata Party (BJP) - Narendra Modi - se convirtió en Primer Ministro. Elegido sin necesidad de alianzas, es el primer gobierno en 25 años que no es fruto de una coalición. Conocido por su posición favorable a las empresas, la elección de Modi ha generado esperanzas de cambio en un país donde los obstáculos burocráticos y las carencias de infraestructura han restringido las inversiones públicas y privadas durante muchos años.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

3.1. RECURSOS DE URANIO EN INDIA

La exploración se lleva a cabo por la Dirección de Minerales Atómica de Exploración e Investigación (AMD). Minería y procesamiento de uranio se lleva a cabo por *Uranio Corporation of India Ltd* (UCIL, por sus siglas en inglés), una subsidiaria de la Secretaría de Energía Atómica (DAE).

Los recursos de uranio de la India son modestos. En enero de 2012, los recursos asegurados (RAR) eran de 102.600 toneladas de uranio y 37.200 toneladas como recursos inferidos in situ.

En diciembre de 2014, la DAE reclamó unas 181.600 toneladas. Por lo tanto, la India debe importar gran parte del combustible necesario, en 2013, se importó el 40% de las necesidades de uranio.

Ilustración 4: Mapa de minas de uranio en India.



Fuente: World Nuclear association

Tabla 2: Minas de uranio en India

Estado / Distrito	Mina	Molino	Inicio operativo	tU por año
Jharkhand	Jaduguda	Jaduguda	1967 (mina) 1968 (molino)	200
	Bhatin	Jaduguda	1967	
	Narwapahar	Jaduguda	1995	
	Bagjata	Jaduguda	2008	
Jharkhand, East Singhbhum dist.	Turamdih	Turamdih	2003 (mina) 2008 (molino)	190
	Banduhurang	Turamdih	2007 (abierto)	
	Mohuldih	Turamdih	2012	
Andhra Pradesh, Kadapa / YSR dist.	Tummalapalle	Tummalapalle	2012	330
Andhra Pradesh,	Kanampalle	Kanampalle	2017	

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Kadapa / YSR dist				
Telangana, Nalgonda dist.	Lambapur – Peddagattu	Seripally / Mallapuram	2016	130
Karnataka, Gulbarga dist.	Gogi	Diggi / Saidpur	2014	130
Meghalaya	Kylleng – Pyndeng – Sohiong- Mawthabah	Mawthabah	2017 (abierta)	340

En Jharkhand, cerca de Calcuta, las minas cuentan con mineral con un grado de 0,05-0,06% U. Los molinos de Jaduguda y Turamdih tienen una producción diaria de, 2.500 y 3.000 toneladas, respectivamente. Todas las minas de Jharkhand están bajo tierra, excepto Banduhurang. El molino de Tummalapalle en AP, procesa entre 3000 y 4500 t/día.

En Andhra Pradesh y Telengana, hay tres tipos de mineralización del uranio en la Cuenca Cuddapah, El cinturón Tummalapalle tiene un bajo grado de mineralización de uranio carbonato y la AMD estima los recursos de esta cuenca en 71.690 tU (marzo de 2014). Actualmente, en la mina de Tummalapalle se extraen entre 3000 y 4500 t/día.

En Telengana, el nuevo estado interior norteña subdividido de Andhra Pradesh en 2013, el proyecto Lambapur-Peddagattu en el distrito de Nalgonda, a 110 km al sureste de Hyderabad, tiene autorización ambiental para una corte abierto y tres pequeñas minas subterráneas (con 6.000 TU en aproximadamente 0,1 % U).

En Karnataka, la UCIL planea abrir una pequeña mina de uranio en la cuenca Bhima en Gogoi a partir de 2014. Los recursos de esta mina son 4.250 tU en el 0,1%, incluyendo 2.600 reservas TU, suficiente para 15 años vida de la mina, a 127 tU/año.

En Meghalaya, cerca de la frontera con Bangladesh en el West Khasi Hills, el proyecto de la mina Domiasiat-Mawthabah (cerca Nongbah-Jynrin) está en una zona de alta precipitación y también se ha enfrentado a la oposición local, relacionado con los problemas relativos a la adquisición de tierras. Por esta razón, y pese al apoyo del gobierno estatal, la UCIL no tiene todavía la aprobación del gobierno del estado para la mina Kylleng-Pyndengsohiong-Mawthabah (KPM, anteriormente conocido como Domiasiat) aunque el pre-proyecto ha sido autorizado para 422 ha.

Las minas de Domiasiat y Wakhyn, poseen unos recursos estimados de 9500 tU y 8000 tU respectivamente. Tynai es un depósito más pequeño en la zona.

La AMD ha anunciado más recursos de uranio en el estado de Chattisgarh (3.380 UT), Himachal Pradesh (665 UT), Maharashtra (300 UT) y Uttar Pradesh (750 UT).

Como sabemos la India no cuenta los recursos necesarios de uranio. Sin embargo, la India posee alrededor de 319.000 toneladas de torio, lo que equivale al 13% de las reservas mundiales, y que se destinaran para impulsar su programa de energía nuclear a largo plazo. La AMD estima que los recursos de India son de casi 12 millones de toneladas de monacita, que podría contener 700.000 toneladas de torio.

3.2. DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR EN INDIA

El uso civil de la energía nuclear es habitual en India desde hace años. En 1948 se creó la primera comisión nuclear y apenas doce años más tarde, en 1960 India contaba con sus dos primeros reactores nucleares con la ayuda canadiense.

Desde la primera construcción de dos pequeños reactores de agua a ebullición en Tarapur en los años sesenta, su estrategia nuclear civil ha estado dirigida hacia la completa independencia en los diferentes procesos del ciclo de combustión nuclear, esto fue consecuencia de la exclusión de India en 1970 del Tratado Nuclear de No Proliferación⁵ (TNP, por sus siglas en inglés), debido a la adquisición de armas nucleares después de 1970.

Como resultado, el programa de energía nuclear de la India se ha desarrollado sin combustible o asistencia tecnológica de otros países, a excepción de la ayuda prestada por Rusia. El diseño de reactores de agua de alta presión (PHWR) fue adaptado en 1964, ya que no necesitaba tanto uranio natural como los reactores de BWR, y podían ser construidos con la tecnología que poseía el país en aquel momento. A mediados de los años 90, los reactores nucleares instalados en India se encontraban entre los factores de capacidad más bajos del mundo, lo que reflejaba las dificultades técnicas del sector, como consecuencia del aislamiento del país. Dichos factores de capacidad aumentaron de manera impresionante hasta el 60 % en 1995, y hasta el 85 % en el año 2002, más tarde en 2010, estos factores de capacidad volvieron a caer debido a la escasez de uranio.

La autosuficiencia en el sector nuclear en India se extiende desde la exploración y extracción de uranio, pasando por la producción, diseño y construcción de reactores hasta la gestión de los residuos nucleares. Cuenta también con un reactor *small fast breeder* y está construyendo uno de mayor tamaño. Además, tiene un programa de desarrollo tecnológico nuclear, con el fin de aprovechar sus abundantes recursos de torio como combustible.

En 1957 se creó el *Atomic Energy Establishment*, 10 años después se rebautizó como el Centro Bhabha de Investigaciones Atómicas (BARC), que es el encargado del desarrollo de tecnologías nucleares en India.

Programa nuclear de India

El programa nuclear indio está dividido en 3 etapas, fue aprobado por el parlamento en 1958 y desarrollado por el doctor Homi Bhabha, el primer director de la AEC. El objetivo final del plan nuclear indio es aprovechar sus vastas reservas de torio, un enfoque que aun continúa en la actualidad. Las fases del programa están divididas según el tipo reactor utilizado.

- Fase I: Reactor de agua pesada a presión (PHWR, por sus siglas en inglés), alimentado por uranio natural
- Fase II: Reactor rápido reproductor (FBR, por sus siglas en inglés), respaldado por las plantas de reprocesamiento y las plantas de fabricación de combustible. Alimentados con

⁵ <http://www.un.org/disarmament/WMD/Nuclear/NPT.shtml>

Un total de 189 países han ratificado el tratado. Sin embargo, no lo han hecho dos potencias nucleares, Pakistán e India. Ambos países han desarrollado y probado armas nucleares como parte de su carrera armamentista bilateral. Pakistán comenzó su programa de armamento nuclear tras su derrota en la guerra indo pakistaní en 1971 y considera su armamento nuclear esencial para contrarrestar su inferioridad con respecto a la India. India percibe su programa de armamento nuclear y de misiles como un componente crucial estratégico.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

un mix de uranio y plutonio reprocesado. Con suficiente inventario de plutonio reprocesado, el torio puede ser convertido en isótopos de U-233, necesario para la última fase del programa.

- Fase III: El U-233 generado a partir del ciclo del Torio será el utilizado en los reactores avanzados de agua pesada (AHWR, por sus siglas en inglés), los cuales generan una gran cantidad de energía.

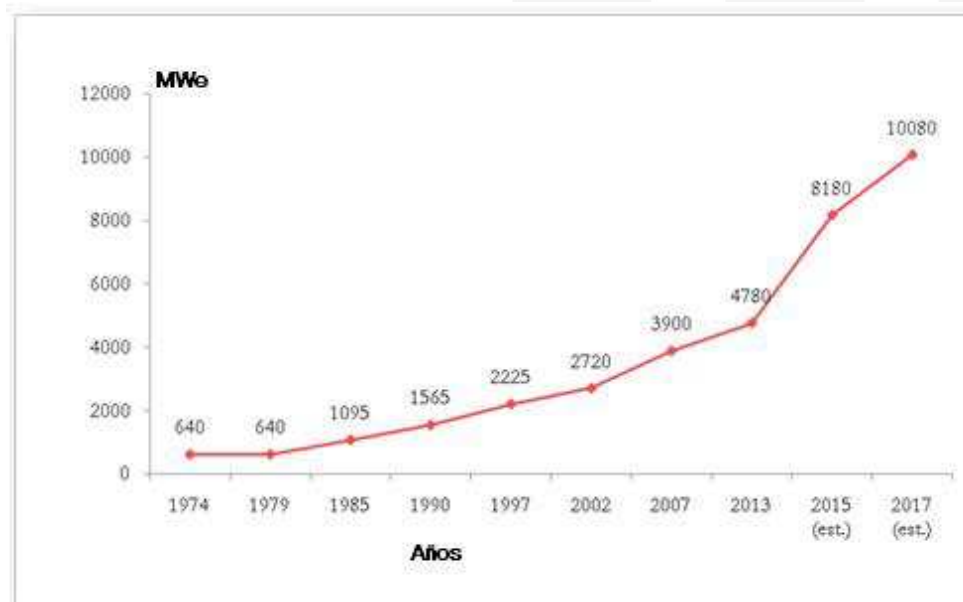
En 2013, India alcanzó la madurez hasta la segunda fase del programa, y espera alcanzar la última fase de su programa basado en el torio antes del año 2050.

En 2008, y tras décadas de aislamiento, India se abre al mercado internacional en el ámbito de la energía nuclear para uso civil, tras negociaciones con los Estados Unidos y la firma del acuerdo 123⁶ entre ambos países.

3.3. CAPACIDAD DE ENERGÍA NUCLEAR INSTALADA EN INDIA

Los primeros años en el desarrollo del sector nuclear en India se caracteriza por reactores de escasa potencia. Tras la apertura al mercado internacional, y la introducción de tecnología y colaboraciones externas, así como de uranio importando, hace que la potencia instalada crezca exponencialmente en los últimos 10 años.

Ilustración 5: Instalación de energía nuclear en India entre 1974 y 2017



Fuente: Nuclear Power Generation Capacity.

⁶ http://es.wikinews.org/wiki/Acuerdo_nuclear_entre_EEUU_e_India_es_concretado

3.4. REACTORES NUCLEARES IMPLANTADOS EN INDIA

Tabla 3: Reactores nucleares operativos en India.

Planta	Estado	Tipo de reactor	MWe neto (cada uno)	Operativa comercial	Estatus de salvaguardia ⁷⁸
Tarapur 1 y 2	Maharashtra	GE BWR	150	1969	Item-specific, Oct. 2009
Kaiga 1 y 2	Karnataka	PHWR	202	1999, 2000	Nada
Kaiga 3 y 4	Karnataka	PHWR	202	2007, 2012	Nada
Kakrapar 1 y 2	Gujarat	PHWR	202	1993, 1995	Dic. 2010 bajo nuevo acuerdo
Madras 1 y 2 (MAPS)	Tamil Nadu	PHWR	202	1984, 1986	Nada
Narora 1 y 2	Uttar Pradesh	PHWR	202	1991, 1992	From Jan 2015 under new agreement
Rajasthan 1 y 2	Rajasthan	Candu PHWR	90, 187	1973, 1981	Item-specific, oct. 2009
Rajasthan 3 y 4	Rajasthan	PHWR	202	1999, 2000	March 2010 under new agreement
Rajasthan 5 y 6	Rajasthan	PHWR	202	2010, 2010	Oct 2009 under new agreement
Tarapur 3 y 4	Maharashtra	PHWR	490	2006, 2005	Nada
Kudankulam 1	Tamil Nadu	PWR (WER)	917	2014	Item-specific, Oct 2009
Total (21)			5302 MWe		

Fuente: Elaboración propia con datos de World Nuclear Association y NPCIL.

Madras (MAPS) es conocida como Kalpakkam

Rajasthan/RAPS esta en Rawatbhata and y a veces es nombrada como,

Kaiga = KGS, Kakrapar = KAPS, Narora = NAPS

⁷ The safeguarded units to March 2014 are listed in the Annex to India's Additional Protocol with IAEA. Tarapur 1&2 and Rajasthan 1&2 have INFCIRC/66 type, the others INFCIRC/754 type.

⁸ Otros 8 reactores (Rajasthan 3&4 from 2010, Rajasthan 5&6 from 2008, Kakrapar 1&2 by 2012 and Narora 1&2 by 2014) quedan incluidos en el salvaguardia del *civil-military separation plan*, administrado bajo las disposiciones previstas por la IAEA.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Tarapur:

Los dos reactores de 150 MWe de Agua en ebullición (BWRs) construidos por GE en un contrato llave en mano, originalmente eran de 200 MWe pero la llegada del Tratado de no proliferación Nuclear cambio los planes. Han estado utilizando uranio enriquecido importado (desde Francia y China en la las décadas de los 80 y los 90, y de Rusia desde 2001) y están bajo el sistema de salvaguardias de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (OEIA). En 2008, se firmó el último contrato de suministro de uranio enriquecido con Rusia (Rosatom) por valor de 700 millones de euros.

Rajasthan:

En los años 1972 y 1980 se pusieron en marcha dos pequeños reactores canadienses de PHWR, Rajasthan 1 y 2, ambos bajo salvaguardia. El reactor 1 fue disminuido de potencia, y desde 2002 operó a baja potencia debió a continuos problemas en el reactor, en 2004 el gobierno decidió cerrarlo y ahora está a la espera de tomar una decisión sobre su futuro. Mientras tanto el reactor 2 también vio limitada su potencia inicial en 1990, pero en 2007 se llevó a cabo una profunda remodelación del reactor y desde entonces funciona a plena capacidad con uranio importado.

Los reactores 3-4 y 5-6 cuentan con dos reactores PHWR de 220 MWe cada uno y fueron diseñados y construidos por la NPCIL, basándose en el diseño canadiense de sus predecesores.

El reactor 5 de la central está operativo desde Noviembre de 2009 y usa combustible importado desde Rusia. El reactor 6 comenzó a operar en Marzo de 2010. Ambos se encuentran a pleno rendimiento.

Madras:

Los reactores de Madras 1 y 2 fueron reformados en los años 2003 y 2005, respectivamente. La mayor parte de los núcleos de los reactores fueron reemplazados, consiguiendo así aumentar su potencia hasta los 220 MWe y su vida se extendió hasta los años 2033 y 2036, respectivamente.

Kakrapar y Narora:

El reactor 1 de Kakrapar fue totalmente reformado y actualizado en 2010, después de 16 años de funcionamiento, ese mismo año, en el Narora 2 se realizó el recambio y modernización de su sistema de refrigeración.

Tarapur:

Los reactores 3 y 4 de 490 MWe de potencia neta, fueron desarrollados en India a partir de los modelos PHWR de 220 MWe y fueron construidos por la NPCIL. El primero, el reactor 4 fue conectado a la red en Julio de 2005 y comenzó su actividad comercial en septiembre de ese mismo año. Por otro lado, el reactor 3 fue conectado a la red en Junio de 2006, entrando en funcionamiento en Agosto. El coste total del proyecto fue de 1200 dólares por KW construido.

Otros reactores PHWR de 640 MWe de potencia neta se desarrollaran en los próximos años. Los cuatro primeros están siendo construidos en Kakrapar y Rajasthan y se espera que entren en funcionamiento en el año 2017, después de 5 años de construcción. El coste de este proyecto está presupuestado en 120 billones de rupias (1760 millones de euros) o lo que es lo mismo, 1700 dólares por kW construido. Estos reactores funcionan hasta un 40 % con uranio ligeramente enriquecido.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Kudankulam 1 y 2:

Esta es la planta nuclear más grande del país y está siendo suministrada por Atomstroyexport empresa estatal rusa, el suministro comprende dos reactores VVER – 1000 (V-412), con un contrato de 3 billones de dólares que están siendo financiados por el gobierno ruso. El crédito cubre la mitad del coste total de la planta.

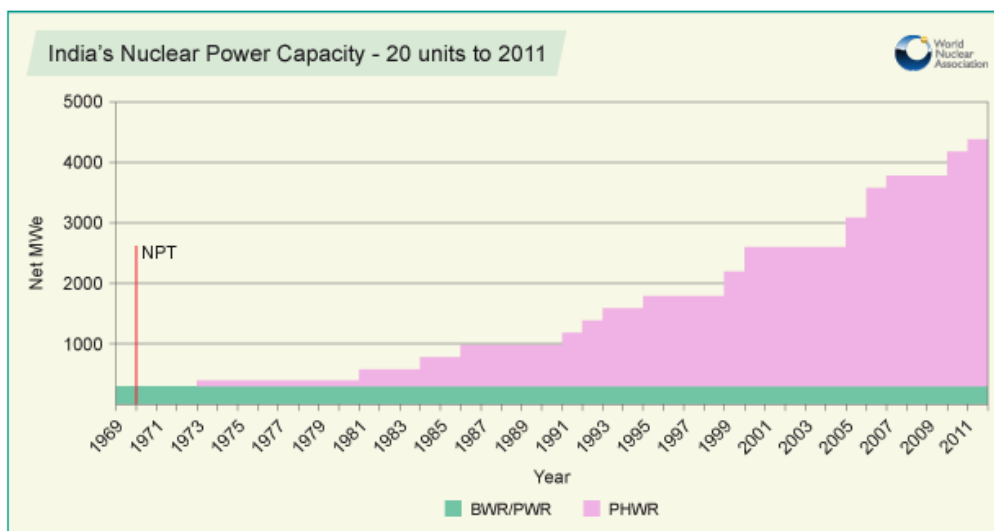
Las unidades AE-92 de Kudankulam, en Tamil Nadu, han sido construidas y operadas por la NPCIL, bajo los salvaguardias de la IAEA. Las turbinas de esta planta han sido fabricadas en San Petesburgo por la empresa rusa Silmash. La construcción de la planta comenzó en Marzo de 2002 y tras varios retrasos finalmente la unidad 1, comenzó a operar a finales de Diciembre de 2014, en su primer año, se espera una generación de 2,8 Twh. Por otro lado, la unidad 2 se espera que empiece a operar a mediados de 2015, en total cada uno de los reactores tenga una potencia neta de 917 MWe.

Rusia es la responsable de suministrar todo el combustible a la central, durante la vida útil de esta, aunque será india quien se encargara de su reproceso y gestión de residuos.

Kaiga 3 y 4:

El reactor 3 comenzó a operar en Mayo de 2007, mientras que el reactor 4 lo hizo en Enero de 2011, pero ambos reactor se quedaron sin suministro de combustible debido a que sus reactores no se encuentra bajo el salvaguardias de la UN, por lo tanto no pueden utilizar uranio enriquecido importado.

Tabla 4: Evolución de las instalaciones de energía nuclear en India entre 1969 y 2011.



Fuente: World Nuclear Association.

3.5. REACTORES EN CONSTRUCCIÓN EN INDIA

Tabla 5: Reactores bajo construcción en India en 2015.

Reactor	Tipo	MWe bruto/neto (cada uno)	Control Proyecto	Inicio construcción	Puesta en marcha	Estatus de salvaguardia
Kudankulam 2	PWR (WER)	1000 / 917	NPCIL	Julio 2002	2015	Ítem-specific, Oct. 2009
Kalpakkam	PFBR	500 / 470	Bhavini	Octubre 2004	2015	Nil
Kakrapar 3	PHWR	700 / 630	NPCIL	Noviembre 2010	Junio 2015	-
Kakrapar 4	PHWR	700 / 630	NPCIL	Marzo 2011	Diciembre 2015	-
Rajasthan 7	PHWR	700 / 630	NPCIL	Julio 2011	Junio 2016	-
Rajasthan 8	PHWR	700 / 630	NPCIL	Septiembre 2011	Diciembre 2016	-
Total (6)		4.300 / 3.907 MWe				

Fuente: Elaboración propia datos NPCIL

En los próximos años se espera que estén operativos un cierto número de reactores y centrales que a día de hoy se encuentran en construcción. En 2015, se espera que entre en funcionamiento un reactor PFBR (fast breeder reactor) de 500 MWe de potencia que comenzó a construirse en 2004 en Kalpakkam cerca de Madras.

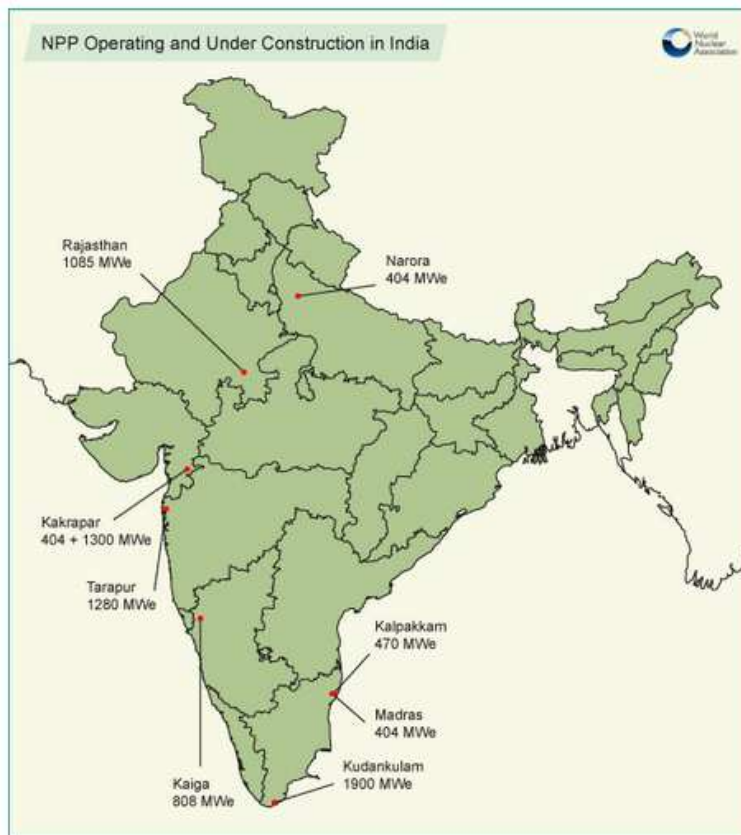
En 2005, cuatro nuevos reactores fueron proyectados. Las dos unidades de Kakrapar y Rajasthan tendrán 700 MWe de potencia, mediante reactores PHWR fabricados por India. El reactor VVER (light wáter) de 1000 MWe de potencia, que irá ubicado en Kudankulam será construido por Rusia. También destacar, los cuatro proyectos *greenfields*, que están siendo construidos en Jaitapur en el estado de Maharashtra, estos proyectos contarán con dos reactores LWR de 1000 MWe de potencia. Recientemente, han modificado la potencia proyectada inicialmente, hasta los 16000 MWe, cada unidad.

En 2007, el gobierno dio su aprobación a cuatro de las ocho unidades de 700 MWe PHWR que irán ubicadas en Kakrapar 3-4 (actualmente se encuentran al 61 % y 48 % de su construcción) y Rajasthan 7-8 (actualmente se encuentran al 43 % y 33 % de su construcción), y contarán con tecnología exclusivamente desarrollada en India.

En contraste con la situación vivida en los años 90, los proyectos en construcción en la actualidad están cumpliendo los plazos de ejecución marcados.

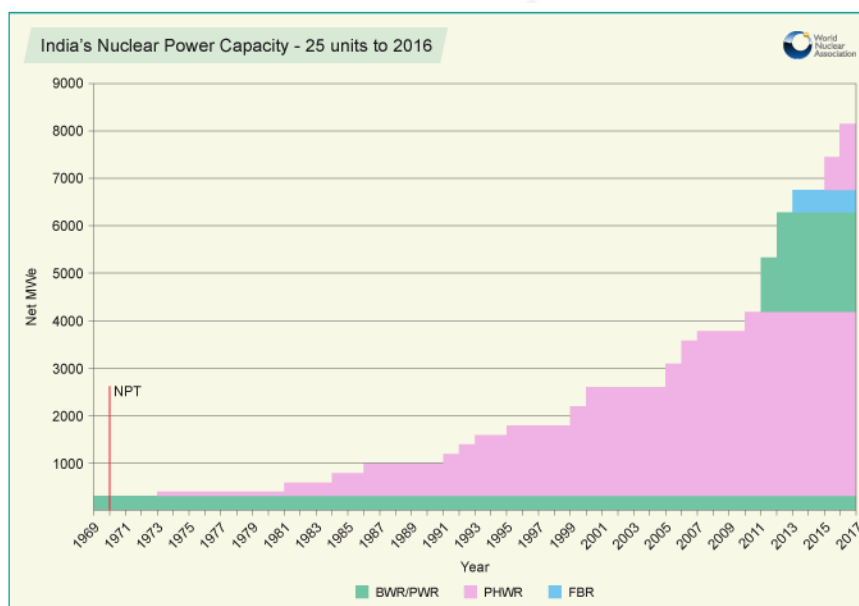
EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Ilustración 6: Plantas de energía nuclear operativas y en construcción en India.



Fuente: World Nuclear Association

Ilustración 7: Capacidad instalada de energía nuclear en India hasta 2017 (25 reactores)



Fuente: World Nuclear Association

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

3.6. NUEVAS PLANTAS - CAPACIDAD PROYECTADA

Durante el programa de 5 años que comprende entre 2102 y 2017 hay proyectados 11 nuevos proyectos con una capacidad total de 21.300 MWe. Estos nuevos proyectos están divididos en 6 proyectos (MWe) de reactores PHWR de origen indio y 5 proyectos (MWe) que serán desarrollados mediante cooperación internacional.

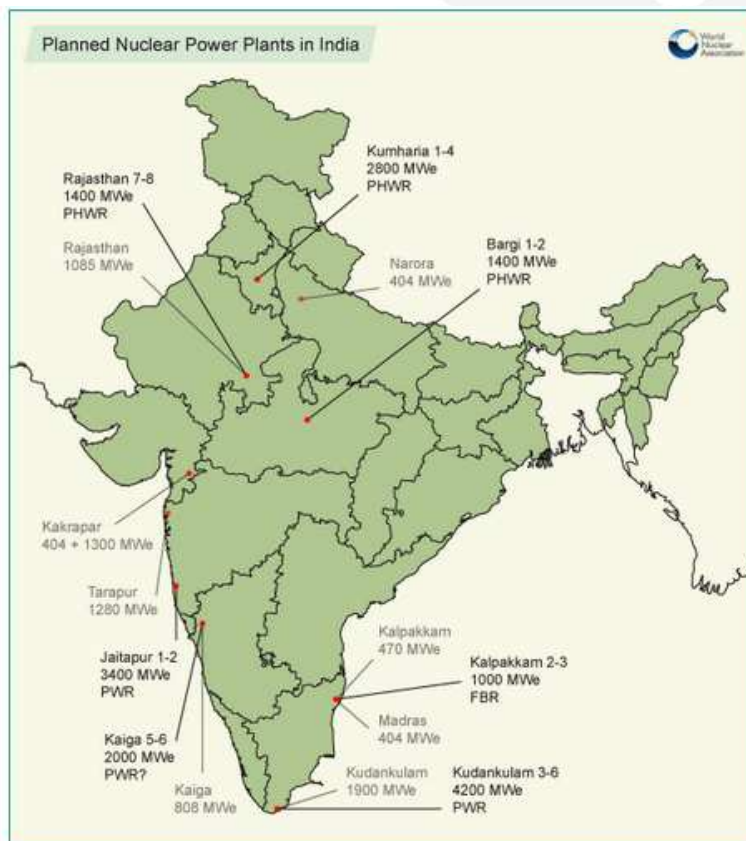
Tabla 6: Reactores proyectados en India

Reactor	Estado	Tipo	Origen reactor	MWe bruto (cada uno)	Control Proyecto	Inicio construcción	Puesta en marcha
Kudankulam 3	Tamil Nadu	AES-92	Coop. Intern	1050	NPCIL	Enero 2016	2022
Kudankulam 4	Tamil Nadu	AES-92	Coop. Intern	1050	NPCIL	2017	2023
Jaitapur 1&2	Maharashtra	EPR x 2	Coop. Intern	1700	NPCIL	2015 o 2016	-
Gorakhpur 1&2	Haryana	PHWR x2	India	700	NPCIL	Junio 2015	2022
Chutka 1&2	Madhya Pradesh	PHWR x2	India	700	NPCIL	2015	2021
Mahi Banswara 1&2	Rajasthan	PHWR x2	India	700	NPCIL	2017	-
Kaiga 5&6	Karnataka	PHWR x2	India	700	NPCIL	2017	-
Kovvada 1&2	Andhra Pradesh	ESBWR x2	Coop. Intern	1600	NPCIL	2016	-
Mithi Viridi 1&2	Gujarat	AP1000 x2	Coop. Intern	1250	NPCIL	2016	-
Bhimpur 1&2	Mahya Pradesh	PHWR x2	India	700	NPCIL	2014 o 2015	-
Kudankulam 5&6	Tamil Nadu	AES-92 x2	Coop. Intern	1050	NPCIL	-	-
Kapakkam 2&3	Tamil Nadu	FBR x2	India	500	Bhavini	2015	2020
Total planeado		22 unidades		21.300 MWe			

Tabla 7: Reactores propuestos en India

Reactor	Estado	Tipo	MWe bruto (cada uno)	Control Proyecto	Inicio construcción	Puesta en marcha
Kudankulam 7&8	Tamil Nadu	PWR / AES-92 / AES-2006	1050 / 1200	NPCIL	-	-
Gorakhpur 3&4	Haryana	PHWR x2	700	NPCIL	2019	-
Rajouli Nawada	Bihar	PHWR x2	700	NPCIL	-	-
Jaitapur 3&4	Maharashtra	PWR – EPR	1700	NPCIL	2016	2022
Jaitapur 5&6	Maharashtra	PWR – EPR	1600	NPCIL	2016 o 2017	2022
Markandi	Orissa	PWR 6000		-	-	-
Mithi Viridi 3&4	Gujarat	AP1000 x2	1250	NPCIL	2015	2021
Kovvada 3&4	Andhra Pradesh	ESBWR x2	1600	NPCIL	-	-
Nizampatnam 1-6	Andhra Pradesh	X6	1400	NPCIL	-	-
Haripur 1&2	West Bengal / Orissa	PWR x4 VVER 1200	1200	-	2015	2021
Pulivendula	Andhra Pradesh	PWR / PHWR	1000 / 700	NPCIL 51% AP-G 49%	-	-
Chutka 3&4	Madhya Pradesh	PHWR x2	1400	BHEL- NPCIL-GE	-	-
Mithi Viridi 5&6	Gujarat	AP1000 x2	1250	-	2024	-
Kovvada 5&6	Andhra Pradesh	ESBWR x2	1600	-	-	-
-	-	PWR x2	1000	NPCIL / NTPC	-	-
-	-	FBR x2	500	Bhavini	-	2017
-	-	AHWR	300	NPCIL	2017	2022
Total propuesto		35 unids	40.000 MWe aprox.			

Ilustración 8: Plantas nucleares planeadas en India



Fuente: World Nuclear Organization

Parques Nucleares en India

El siguiente reto que se plantean desde la NPCIL, es crear cinco "Parques de Energía Nuclear", mediante tecnología importada, cada uno con capacidad para un máximo de ocho reactores de nueva generación de 1.000 MWe, seis reactores de 1.600 MWe o simplemente un reactor de 10.000 MWe de potencia para 2032, que proporcionarían entre 40 y 45 GW. La NPCIL esperaba ser capaz de empezar a trabajar en 2012 en los primeros cuatro reactores, en los lugares designados, pero esto no sucedió.

A continuación, se describe el estado actual de los proyectos que conforman los cinco mega parques de energía nuclear.

- **Kudankulam (KKNPP)** en Tamil Nadu: Esta planta está compuesta por tres pares de reactores VVER de 9200 MWe suministrados y financiados por la empresa estatal rusa. Los cuatro primeros reactores han recibido el visto bueno medioambiental.
- **Jaitapur (JNPP)** en el distrito de Ratnagiri en Maharashtra. Contrato para suministro con AREVA (Francia).

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

- **Gorakhpur Haryana Anu Vidyut Pariyojana (GHAVP)** en el distrito de Fatehabad en el estado de Haryana es un proyecto de cuatro unidades de 700 MWe PHWR indígenas, dividido en dos fases, y la AEC ha aprobado la propuesta del estado, para construir una planta con una capacidad total de 2.800 MWe. El estado norteño de Haryana es de los más industrializados y tiene una demanda de 8.900 MWe, pero en la actualidad genera menos de 2.000 MWe y las importaciones son de 4.000 MWe. La planta de Gorakhpur podría ser pagado por el gobierno estatal o el Haryana Power Generation Corp.

La NPCIL realizara la construcción de esta planta, la cual comenzara en junio de 2015, y el primer reactor se espera que este operativo para 2021 (después de 63 meses). El coste de las dos primeras unidades está estimado entre 210 y 235 billones de rupias (3.400 y 3.800 millones de euros).

- **Chhaya-Mithi Virdi** en Bhavnagar en el estado de Gujarat acogerá hasta seis unidades Westinghouse AP1000 construidas en tres etapas. Según la NPCIL se han iniciado las actividades previas. Un contrato comercial preliminar entre NPCIL y Westinghouse fue firmado en septiembre 2013, junto con un acuerdo para llevar a cabo un análisis preliminar de la seguridad de dos años para el proyecto.
- **Kovvada** en el norte del distrito Srikakulam en el estado de Andhra Pradesh acogerá seis unidades ESBWR de GE Hitachi. GE Hitachi dijo en junio de 2012, que se espera en breve para completar un acuerdo con la NPCIL para establecer los términos para obtener la aprobación del Gobierno para el proyecto. En este momento, se está preparando una evaluación ambiental preliminar. En febrero 2014, la NPCIL dijo que esperaba comenzar las obras a principios de 2015 para el primer reactor de 1594 MWe de potencia. Actualmente, se está negociando la compensación por adquisición de tierras y se espera que la construcción comience en 2016.

Además de los cinco parques de energía originales, existen una serie de centrales planeadas:

- **Chutka (CNPP)** en el interior de Madhya Pradesh, se encuentra designada y contara con dos unidades PHWR indígenas de 700 MWe cada una. La NPCIL ha iniciado las actividades previas para este proyecto en 2014. Se está preparando una evaluación ambiental preliminar.
- **Mahi Banswara** en Rajastán, se llevara a cabo una planta de PHWR de 700 MWe. En este momento el proyecto se encuentra en fase de: adquisición de tierras, evaluación ambiental preliminar y la aprobación del gobierno.
- **Haripur** en Bengala Occidental: será sede de cuatro o seis unidades VVER-1200 procedentes de Rusia, con una capacidad total estimada de 4.800 MWe. La NPCIL ha iniciado actividades previas al proyecto aquí, pero actualmente el proyecto se encuentra atascado debido a la fuerte oposición local.
- En **Markandi (Pati Sonapur)** en Orissa hay planes para una planta de 6.000 MWe de capacidad mediante reactores de PWR. Se prevén importantes desarrollos industriales en esa zona y Orissa fue el primer estado indio en privatizar la generación y transmisión de electricidad.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

- **Bhimpur** en Madhya Pradesh tiene la aprobación del gobierno, en principio, para dos reactores PHWRs de 700 MWe,

De acuerdo con el informe anual DAE 2013-14, la AEC también ha mencionado posibles nuevas plantas de energía nuclear en Bihar y Jharkhand.

3.7. EMPRESAS PÚBLICAS EN EL SECTOR NUCLEAR.

Tras el acuerdo del Grupo de Suministradores Nucleares que se logró en septiembre de 2008, las posibilidades de suministro de reactores y combustible procedentes de otros países se abrieron. India ha firmado acuerdos de cooperación nuclear civil con: EE.UU., Rusia, Francia, Reino Unido, Corea del Sur, República Checa y Canadá, así como Argentina, Kazajistán, Mongolia y Namibia.

Respecto a las bases del acuerdo de cooperación con Canadá de 2010, en abril de 2013 se firmó un acuerdo de salvaguardias bilaterales entre el Departamento de Energía Atómica (DAE) y la Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear (CNSC), lo que permite el comercio de materiales y tecnología nuclear para las instalaciones que se encuentran bajo el salvaguardia de la OIEA. Un acuerdo bilateral similar con Australia fue firmado en 2014. Ambos se aplicarán esencialmente al suministro de uranio.

Planes de la Nuclear Power Corporation of India

Los dos reactores PWR rusos iniciales que se instalaron Kudankulam eran parte del programa de tres etapas en el sector de la energía nuclear de India y fue simplemente para aumentar la capacidad de generación con mayor rapidez.

Actualmente, hay planes para la construcción de ocho reactores de 1000 MWe en la misma ubicación, y en enero de 2007 se firmó un memorando de entendimiento (MoU) con Rusia para construir los próximos cuatro reactores. El acuerdo se firmó en diciembre de 2010, y *Rosatom* anunció que espera construir no menos de 18 reactores en India. Más tarde, en diciembre 2014 se firmó otro acuerdo de cooperación nuclear de alto nivel con el objetivo de construir 20 nuevos reactores por parte Rusia, incluyendo mayor cooperación entre países en el diseño de plantas en terceros países, en la minería del uranio, la producción de combustible nuclear y gestión de residuos.

También hay un acuerdo para una segunda ubicación de una planta fabricada por Rusia, en Haripur en Bengala Occidental. La mayor parte de las nuevas unidades se espera que sean AES-2006 de 1.200 MWe.

Más allá de los reactores de agua ligera rusos, la NPCIL ha mantenido reuniones y discusiones técnicas con los tres principales proveedores de reactores (*Areva* de Francia, *GE-Hitachi* y *Westinghouse Electric Corporation* de EE.UU.) para el suministro de reactores para sus nuevos proyectos.

A finales de 2008 la NPCIL anunció que comenzaría el trabajo de 12 reactores, incluyendo los 8 reactores PHWRs de 700 MWe, tres o cuatro reactores reproductores rápidos y otro reactor de agua pesada (AHWR) de 300 MWe de potencia en 2009.

A más largo plazo su plan incluye la construcción de 25 o 30 reactores de agua ligera de al menos 1.000 MW para 2030.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

A principios de 2012 las proyecciones de la NPCIL eran contar con una instalación de 10,08 GW previstos para 2017.

En junio de 2012, la NPCIL anunció cuatro nuevas ubicaciones para las unidades PHWR dobles: en Gorakhpur - Kumbhariya cerca de Fatehabad distrito en Haryana, en Banswada en Rajasthan, en Chutka en el distrito de Mandla y en Bheempur también en Madhya Pradesh. Inicialmente se proyectaron 2.800 MWe, más tarde se añadirían 2800 MWe. Los trabajos han comenzado en Gorakhpur con el apoyo del gobierno estatal de Haryana.

El informe de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) sobre la planta de energía en Chutka Madhya Pradesh de marzo de 2013, decía que el coste esperado para las dos unidades es de 16.550 millones de rupias (2.750 millones de euros). El inicio de la construcción está previsto entre junio y diciembre de 2015, con la finalización en diciembre de 2020 y junio 2021.

La NPCIL también está planeando construir un reactor PWR de 900 MWe de fabricación local, diseñados por BARC, en Hazira. La construcción de parte del reactor la realizara la empresa india *Larsen & Toubro* (L & T), y la turbina será suministrada por *Bharat Heavy Electricals Limited* (BHEL).

Además, la NPCIL, tiene planeado la construcción de una planta de enriquecimiento de uranio y su siguiente paso será desarrollar reactores PHWRs de 220 y 540 MWe para la exportación a mercados que requieren reactores de pequeños y mediano tamaño.

Planes de la National Thermal Power Corporation

La mayor empresa de energía de la India, la *National Thermal Power Corporation* (NTPC) en 2007 propuso la construcción de una planta de energía nuclear de 2.000 MWe para que estuviese en funcionamiento en 2017. Sería la primera planta nuclear convencional no construida por la NPCIL. Esta planta se lleva a cabo mediante una *joint venture* creada en abril de 2010 con la participación de un 51% por parte de la NPCIL.

La NTPC dijo en 2014 haber conseguido grandes progresos en la generación de energía nuclear, y que los planes iniciales de desarrollar 2.000 MWe para 2017, podrían ser aún mayores. La NTPC es 89,5% propiedad del gobierno y prevé aumentar su capacidad total instalada de 30 GW (en 2012) a 75 GW en 2017. También se encuentra en negociaciones para crear *joint ventures* en el sector la industria pesada.

Dentro de los planes de la NTPC están, establecer una *joint venture* con la NPCIL y BHEL, para vender de reactores de agua pesada fabricados en India a terceros países.

Otros planes de empresas Indias

La Compañía Nacional de aluminio Nalco (87% de propiedad del estado), ha firmado un acuerdo con la NPCIL, para construir una planta de 1.400 MW en la costa este, en el distrito de Orissa Ganjam. En 2011, creó una *joint venture* (NPCIL - NPCIL Nalco Power Co Ltd.), y es propietaria del 29% de la central de Kakrapar 3 y 4, que se encuentra en fase de construcción.

Compañía petrolera nacional de la India, Indian Oil Corporation Ltd (COI), en noviembre de 2009 se unió con la NPCIL, para la colaboración en la creación de plantas de energía nuclear en la India. Actualmente cuenta con un 26 % de participación en la planta Rajasthan 7 y 8, la idea de la *joint venture* es aumentar su participación hasta el 49 %.

La *Oil and Natural Gas Corporation* (ONGC), que proporciona alrededor del 80% del petróleo crudo del país y el gas natural y el 84%, está teniendo conversaciones formales con la AEC

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

acerca de convertirse en socio minoritario en una *joint venture* con la NPCIL en proyectos con reactores PHWR de 700 MWe. El plan de la ONGC es la construcción de 2.000 MWe.

Indian Railways, también se ha acercado a la NPCIL para establecer una *joint venture* para la construcción de dos plantas nucleares con reactores PHWR de 500 MWe de potencia en los terrenos propiedad de la empresa de ferrocarriles. Estas plantas abastecerían las propias necesidades del sistema ferroviario que actualmente es de 3000 MWe y aumentara hasta 5000 MWe en 2022.

La *Steel Authority of India Ltd* (SAIL) y la NPCIL están discutiendo crear una *joint venture* para construir una planta PHWR de 700 MWe. El sitio será elegido por NPCIL, en el estado de Gujarat.

El gobierno ha anunciado que tiene la intención de modificar la ley para que las empresas privadas participen en la generación de energía nuclear y, posiblemente, en otros aspectos del ciclo del combustible, pero sin la participación de inversión extranjera directa.

3.8. ACUERDOS CON PROVEEDORES INTERNACIONALES

Rusia: se han producido una serie de acuerdos con la empresa rusa *Atomstroyexport* para construir reactores VVER. En marzo de 2010, se firmó una "hoja de ruta" para la construcción de seis reactores en Kudankulam para el año 2017 y cuatro más en Haripur después de 2017, sumando un total de 12. También está bajo consideración la construcción de una planta de fabricación de combustible por parte de la empresa rusa

Francia: El gobierno indio de firmar un acuerdo de cooperación nuclear con Francia en septiembre de 2008. En febrero de 2009, la empresa francesa, *Areva*, firmó un memorando de entendimiento con la NPCIL para construir dos, y más tarde cuatro, unidades EPR en Jaitapur, aún se está a la espera de la firma de contrato formal. Los reactores EPR han logrado la aceptación para la certificación del diseño por parte del gobierno indio.

EE.UU. y Japón: En marzo de 2009, *GE Hitachi Nuclear Energy* firmó acuerdos con la NPCIL y *Bharat Heavy Electricals Ltd.* (BHEL) para comenzar la planificación para la construcción una planta de energía de 1.350 MWe, utilizando avanzados reactores de agua hirviendo (ABWR). En abril de 2010, se anunció que la empresa conjunta BHEL-NPCIL todavía estaba en discusión con un socio tecnológico sin nombre para construir una planta nuclear 1.400 MWe en Chutka en el estado de Madhya Pradesh, Madhya Pradesh con *Power Generating Company Limited* (MPPGCL) el organismo de coordinación para facilitar la ejecución del proyecto.

EEUU: En mayo de 2009, la empresa norteamericana *Westinghouse*, firmó un memorando de entendimiento con la NPCIL, relacionado con la implementación de sus reactores AP1000, utilizando componentes locales.

Canadá: Tras un parón de tres décadas en las relaciones nucleares entre ambos países, la empresa canadiense *Atomic Energy of Canada Ltd.* (AECL) está dispuesta a reanudar la cooperación técnica, especialmente en relación con el servicio de PHWRs de la India (aunque esto ahora estaría a cargo de CANDU Energía). Además, se han producido negociaciones para la venta de reactores ACR-1000 canadienses a India.

Corea del Sur: En agosto de 2009, la NPCIL firmó un acuerdo con la empresa surcoreana, *Korea Electric Power Co* (KEPCO) para estudiar las opciones de construir de reactores APR-1400 coreanos en la India. En 2010, se firmó un acuerdo de cooperación nuclear bilateral entre ambos países.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

A principios de 2015 India ha logrado importantes acuerdos, con Australia y Canadá, para asegurar el suministro de uranio a corto y medio plazo.⁹

3.9. INGENIERÍA PESADA EN INDIA. COMPETIDORES LOCALES

El grupo *Larsen & Toubro* (L & T) es el más grande de India en la industria pesada. Anunció en julio de 2008 que se estaba preparando para comenzar a realizar negocios internacionales mediante el suministro de componentes de ingeniería pesada para reactores nucleares. Creó una *joint venture* con la NPCIL para la construcción de una planta en el estado de Gujarat, para la fabricación de piezas forjadas para el suministro de plantas nacional, así como, para la exportación. En la actualidad, esta planta se encuentra en construcción, y contara con una producción estimada de 600 toneladas en su taller de fundición de acero y tendrá capacidad para producir piezas para reactores nucleares, generadores de vapor a presión, así como, piezas para equipos en el sector de los hidrocarburos y de las centrales térmicas.

En el contexto de aislamiento comercial que ha sufrido India durante tres décadas L&T ha producido componentes pesados para los 17 reactores PHWRs de India. L&T está calificada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos para fabricar recipientes a alta presión para la industria nuclear y estructuras de apoyo básicos. Se encuentra entre las diez principales empresas del sector de la ingeniería pesada en todo el mundo.

A principios de 2009, L&T firmó una serie de acuerdos con suministradores de reactores nucleares extranjeros. El primero, con Westinghouse, por el cual, L&T produciría componentes para el reactor AP1000 de Westinghouse. También, firmó un acuerdo con *Atomstroyexport*, principalmente para producir los componentes necesarios para los próximos cuatro reactores VVER en Kudankulam. En mayo de 2009, firmó un acuerdo con *GE Hitachi* para producir los principales componentes para el reactor ABWR de su nueva planta en Hazira. Las dos compañías esperan utilizar las capacidades indias indígenas para la construcción completa de las centrales nucleares, incluidos el suministro de equipos y sistemas del reactor, válvulas, productos eléctricos y de instrumentación para plantas ABWR que se construirán en la India.

L&T también tiene un acuerdo para colaborar con GEH en el desarrollo de ingeniería, producción, construcción y prestación de determinados servicios para el proyecto ABWR. A principios de 2010 L&T firmó un acuerdo con Rolls Royce para producir tecnología y componentes para reactores de agua ligera en la India como en el internacional.

Tras la eliminación de las restricciones al comercio de 2008, las empresas indias liderados por Reliance Power (RPower), NPCIL, y Bharat Heavy Electricals Ltd. (BHEL) dijeron que planeaban invertir más de 50.000 millones de dólares en los siguientes cinco años para ampliar su base de fabricación en el sector de la energía nuclear. BHEL planeaba gastar 7.500 millones en la construcción de plantas para suministrar componentes para reactores de 1.600 MWe. También creó una *Joint Venture* con NPCIL y Alstom para suministrar turbinas a centrales nucleares de 700 MW, 1.000 MW y 1.600 MW. En junio de 2010, Alstom confirmó que la empresa conjunta con NPCIL y BHEL, para proveer 8 turbinas de 700 MWe PHWR.

⁹ La firma de acuerdos y el desarrollo de los mismos se ve afectada, una vez más, por la ley de responsabilidad civil. Algunos de estos acuerdos, como el firmado con EE.UU., aun no se ha clarificado si está firmado o solo existe un memorándum de entendimiento, para el suministro de material y tecnología nuclear.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Dos contratos adjudicados por la NPCIL al consorcio BHEL y Alstom cubren el suministro e instalación de paquetes de turbogeneradores para la planta Kakrapar 3 y 4. Los contratos son por valor de más de 360 millones de dólares, el contrato incluye el suministro de generadores de turbina y servicios asociados. BHEL y Alstom fabricará de forma conjunta y suministran turbinas de vapor, mientras que BHEL fabrica y suministra el generador, el recalentador separador y condensador, así como la realización de la construcción completa y puesta en marcha del generador de la turbina.

En agosto de 2012, la NPCIL concedió un contrato por un valor de 343 millones de euros a BHEL-Alstom para el suministro de las turbinas de Rajasthan 7 y 8. En virtud del contrato, BHEL y Alstom fabrican y suministran las turbinas de vapor, mientras que de la fabricación y suministro de los demás componentes se encarga BHEL.

BHEL también tiene el contrato de suministro, construcción y puesta en marcha del prototipo de reproducción rápida de 500 MWe, que se está construyendo en Kalpakkam.

La empresa india, Hindustan Construction Co. (HCC, por sus siglas en inglés) ha construido más de la mitad de la capacidad nuclear en India, en particular las seis unidades de los proyectos de energía atómica de Rajasthan y Kudankulam. Está especializada en las estructuras de contención pretensadas para los edificios de los reactores. En septiembre de 2009, creó una *joint venture* con una empresa de ingeniería y gestión de proyectos del Reino Unido, AMEC PLC, para llevar a cabo servicios de consultoría y construcción de plantas de energía nuclear.

En 2009, se creó una *joint venture* entre la empresa francesa, Areva, y Bharat Forge, para la fabricación de componentes nucleares, tanto para la exportación, como para el mercado interno.

En agosto de 2010, GE Hitachi Nuclear Energy (GEH, por sus siglas en inglés) firmó un acuerdo preliminar con Tata Consulting Engineers Ltd. para desarrollar el diseño de potenciales proyectos y las oportunidades de desarrollo laboral en los futuros proyectos nucleares del GEH en la India, en particular, en las unidades de ESBWR, así como futuros acuerdos de exportación de componentes indios.

En 2010, un Memorando de Entendimiento fue firmado entre las empresas Walchandnagar Industries Ltd (India) y Atomenergomash.

En abril de 2012, Atomenergomash estaba negociando con posibles socios de India sobre la localización de algunas producciones y diseño de equipos para centrales nucleares en construcción a la tecnología rusa en la India y otros países asiáticos como Bangladesh y Vietnam.

4. DEMANDA

Actualmente, India es el cuarto mayor consumidor de energía del mundo, y uno de sus grandes problemas es la falta de combustibles fósiles, por lo tanto, India importa una parte sustancial de su energía: el 80% de su petróleo, el 18% de su gas y hasta el 23% de su carbón. Por lo tanto, la necesidad de reducir la importación de combustibles fósiles del mismo energético, impulsará el uso de energía nuclear en el país.

Además, a medida que la economía india siga creciendo, también lo hará su consumo energético, sobretodo porque el crecimiento de su sector manufacturero está alcanzando el crecimiento de los servicios y la agricultura. Mientras tanto, la demanda doméstica de recursos energéticos se enfrenta a varios desafíos, actualmente, 300 millones de personas no tiene acceso a la red eléctrica y los cortes de electricidad son frecuentes en todo el país. Todo indica a que estos problemas de seguridad energética se intensificarán.¹⁰

India pasó de ser el séptimo mayor consumidor de energía del mundo en 2000, a ser el cuarto mayor consumidor, en tan solo diez años. Este rápido crecimiento en la demanda energética es debido a varios factores:

- El crecimiento económico del país.
- La creciente tasa de urbanización.
- El aumento del consumo de energía per cápita.
- El objetivo del gobierno de ampliar el acceso a la energía en el país.

Varios estudios de empresas internacionales, estiman que la India superará a China como el mayor demandante de energía del mundo para 2035, según el último estudio “*Energy Outlook 2035*” realizado por la empresa británica BP. El crecimiento de la demanda energética en India supera a la del resto de los países BRIC (Brasil, Rusia, China e India), reconocidos como los futuros motores del crecimiento económico en el mundo, según el informe de BP. Se estima que la demanda energética en la India crezca un 132% para 2035, mientras que en China y Brasil crecerá al 71%, y en Rusia al 20%.¹¹

Se espera que el consumo de electricidad en la India crezca hasta 2.280.000 MWh (millones de kilovatios hora) para 2021-22 y 4.500.000 MWh para 2031-32, según el *Forest College* y el Instituto de Investigación de Mettupalayam.

¹⁰ *Mc Kinsey & Co.* [India: Towards Energy Independence 2030.](#)

¹¹ MINT - 16 de enero de 2014. <http://www.livemint.com/Industry/DkEx9mPwpSso24SWhBMxrl/Indias-energy-demand-to-surpass-Chinas-by-2035-BP.html>

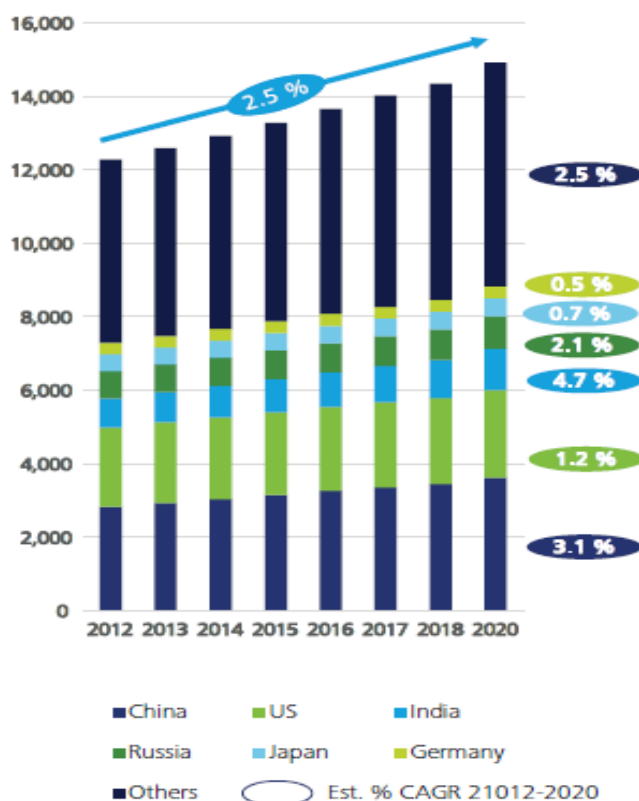
EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Según un estudio presentado por la CEA (18th Electric Power Survey), India presenta en la actualidad una demanda máxima de electricidad de 135 GW y se espera que crezca hasta los 200 GW a finales del año fiscal 2016/2017, y hasta los 283 GW para el año 2021/2022, esto supone un crecimiento anual (CAGR, por sus siglas en inglés) del 7 % entre estos años. En comparación, esta tasa de crecimiento es de cuatro veces mayor, que la esperada en países desarrollados.

Según el informe Energy Outlook 2014, India experimentara el mayor crecimiento de demanda energética hasta el año 2020, lo que se traduce en un crecimiento interanual de casi un 5 % en los próximos cinco años, doblando a otro país emergente como lo es China. Y un crecimiento mucho mayor que los países desarrollados.

En definitiva, el rápido aumento de la demanda en India, estará impulsado tanto por el aumento del consumo per cápita, como por el aumento de consumidores conectados a la red en un futuro próximo. Otros dos factores muy importantes y que afectaran a la evolución de la demanda energética en el país asiático serán, el aumento significativo de la población y el crecimiento económico del país.

Ilustración 9: Previsión de consumo de electricidad hasta 2020.



Fuente: EIU World Energy Outlook 2014.

5. PRECIOS

La generación de energía atómica, supone una gran inversión económica inicial en comparación con otras fuentes de energía como pueden ser las basadas en el carbón. La complejidad técnica de las instalaciones es evidente dado el nivel de seguridad que se le exige a una central de estas características. Al mismo tiempo, la tecnología nuclear es una tecnología puntera, y en consecuencia muy costosa. El tiempo y el dinero necesarios para la investigación en esta materia, hacen que el sector nuclear esté dominado por empresas propiedad del gobierno en la mayoría de los países.

Además de las instalaciones y la tecnología necesarias, la necesidad de combustible nuclear como el uranio, hace que los precios de este mineral los marque el mercado internacional del uranio. Los precios suelen fijarse en acuerdos bilaterales entre países a largo plazo.

También es importante el factor tiempo, en cuanto al periodo de construcción de una central nuclear, el cual es más extenso que el de otro tipo de instalaciones energéticas.

India posee escasas reservas de uranio, pero dado el embargo nuclear sufrido, ha desarrollado la infraestructura y tecnología necesarias para la extracción y procesamiento de este mineral. A pesar de tener minas de uranio, la cantidad obtenida es muy limitada, y considerablemente más cara de la disponible en los mercados internacionales. Por esta razón, en estos momentos India ha firmado varios acuerdos con países suministradores de uranio, y va a tener asegurada el suministro de uranio a largo plazo a un precio más económico. Aun así, el gobierno indio planea continuar abriendo minas y plantas de extracción y procesamiento de uranio.

Al igual que el resto de fuentes de energía del país, la energía nuclear sufre los mismos problemas de eficiencia y distribución eléctrica que repercuten directamente en su coste. En la India es común el robo de electricidad, y las pérdidas en las líneas de transmisión son muchos mayores de lo habitual, pudiendo llegar hasta un 20%. Esto hace que la energía eléctrica esté altamente subvencionada.

Además, añadir que la creación de un fondo para indemnizaciones en caso de accidentes, ha aumentado el precio en el último año. Esta cantidad supone un incremento de 1,5 paise/kwh.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

La tarifa de venta de energía de las centrales nucleares en India y que son operadas por la NPCIL para el período comprendido entre 01/07/2010 y 30/06/2015, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8: Tarifas de las diferentes centrales en India

Nombre de la planta	Capacidad (MW)	Tarifa (P/Kwh)	Periodo de validez
Kakrapar 1 y 2	2 x 220	228,13	01/07/2010 – 31/03/2012
		231,42	01/04/2014 – 30/06/2015
Tarapur 1 y 2	2 x 160	94,83	01/07/2010 – 30/06/2015
Tarapur 3 y 4	2 x 540	280,13	01/07/2010 – 30/06/2015
Narora 1 y 2	2x 220	238,90	01/07/2010 – 31/03/2012
		242,59	01/04/2012 – 30/06/2015
Madras 1 y 2	2 x 220	199,97	01/07/2010 – 31/03/2012
		203,11	01/04/2012 – 30/06/2015
Rajasthan 2, 3 y 4	1 x 200	273,95	01/07/2010 – 31/03/2012
	2 x 220	274,12	01/04/2012 – 30/06/2015
Rajasthan 5 y 6	2 x 220	340,83	01/07/2010 – 30/06/2015
Kaiga 1,2,3 y 4	4 x 220	298,37	01/07/2010 – 30/06/2015

Fuente: CEA – Central Electricity Authority, Gobierno de India

6. PERCEPCIÓN DEL PRODUCTO ESPAÑOL

La industria nuclear española tiene presencia en más de 40 países en la actualidad y participa en toda la cadena de valor nuclear con un 70% de su actividad dedicada a la exportación. El sector nuclear español es tecnológicamente versátil, dinámico y competitivo. Cubre toda la cadena de valor de la actividad del sector.

Un hecho que determinó el porvenir de la industria española fue la moratoria nuclear en España en el año 1983, que frenó el desarrollo del sector, dejándolo, en cierta manera, en una industria de nichos. Este acontecimiento, supuso el inicio de la internacionalización de la industria, ya que el mercado interior quedó estancado.

En cuanto a la internacionalización de la industria nuclear española, las empresas de ingeniería y de servicios especializados han encontrado un importante mercado en los países de Latinoamérica (Brasil y México), de Europa Central y Oriental y en los de la antigua Unión Soviética, donde han realizado un gran número de estudios, suministro de simuladores, equipos de inspección y cursos de formación.

Al frente del sector nuclear español se encuentra la empresa pública ENUSA Industrias Avanzadas. Es la responsable del diseño, la fabricación y el abastecimiento de materias primas y su procesado hasta la elaboración final del producto. La gestión de los residuos radiactivos, también es de titularidad pública, la lleva a cabo la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, ENRESAA, un referente internacional en la materia, puesto que sus actividades son estudiadas y seguidas por más de 15 países de todo el mundo que han visitado sus instalaciones.

La fabricación de bienes de equipo lo realizan empresas españolas que abarcan desde la producción de equipos principales hasta turboalternadores, válvulas, grúas, tuberías, calderería o equipos para la manipulación y almacenamiento de combustible, tanto para centrales nucleares españolas como extranjeras, con un reconocido nivel de calidad, dedicando hoy en día más del 80% de su producción anual a la exportación.

Las empresas de ingeniería y servicios españolas han creado una importante capacidad de ingeniería en centrales nucleares, dando apoyo en la gestión de la construcción de nuevas centrales y en la operación y en el mantenimiento de las centrales en funcionamiento, teniendo su actividad muy diversificada ya que exportan más del 60% de su producción anual, alcanzando en alguna empresa cifras próximas al 100%.

En definitiva las empresas españolas en el sector de la energía nuclear cuentan con una serie de ventajas competitivas, que les permiten competir a nivel internacional, estas virtudes son:

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

- Versatilidad.
- Flexibilidad. Capacidad de adaptación.
- Innovación.
- Orientación hacia los objetivos: seguridad.
- Vocación internacional.
- Prestigio y reputación.
- Profesionalidad y compromiso.

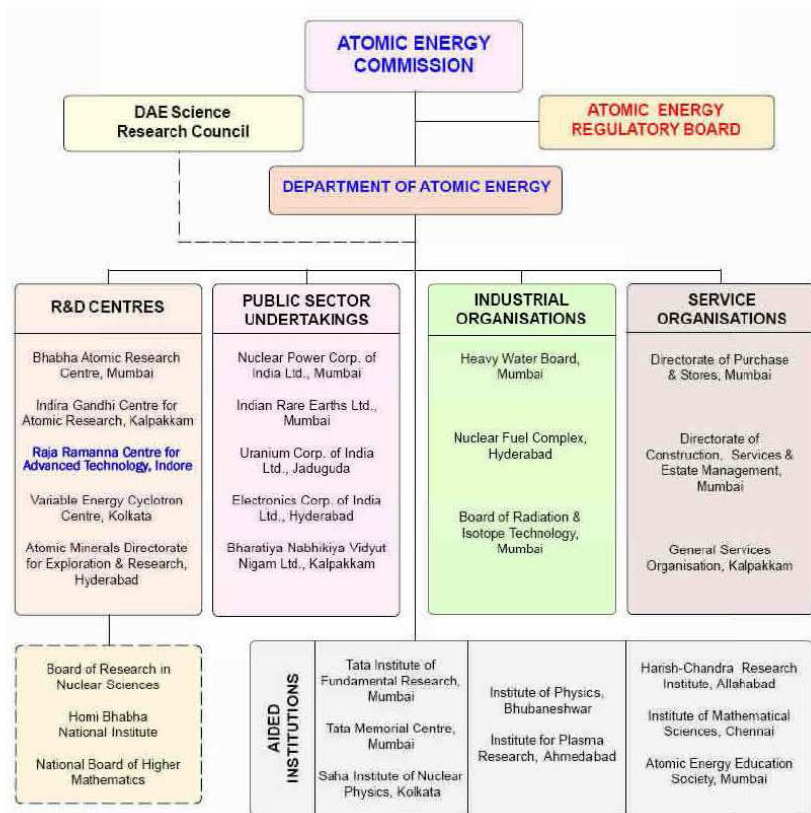
Actualmente, no hay empresas españolas operando en el sector en India, Esto es debido a diversos factores tales como: la reciente apertura al comercio con proveedores internacionales; la no existencia de un acuerdo bilateral que facilitaría en gran medida los acuerdos comerciales; y la inseguridad jurídica que supone la actual ley de responsabilidad civil de la india y frena a las empresas, por el alto riesgo que supone.

Sin embargo, varias empresas han tenido actividad comercial en el pasado en el sector, y un gran número de empresas, relacionadas con el sector nuclear, operan en el sector energético en India, lo que favorece tanto la marca España en la industria, como impulsa a estas empresas a realizar nuevas actividades comerciales en sectores similares como el nuclear.

7. CANALES DE DISTRIBUCIÓN

La actual Ley de energía atómica data del 1962, y sólo permite a las empresas de propiedad estatal a participar en la energía nuclear. El Departamento de Energía Atómica es el principal organismo de la india en temas nucleares, que engloba a empresas como la NPCIL, Uranium Corporation of India (minería y procesamiento), Electronics Corporation of India Ltd. (control del reactores y de instrumentación) y BHAVIN (para la creación de reactores rápidos). El gobierno también controla la Junta de Agua Pesada para la producción de agua pesada y el Complejo de Combustible Nuclear, para el combustible y la fabricación de componentes. La Junta Reguladora de la Energía Atómica (AERB) se formó en 1983 y está bajo la AEC, pero es independiente de la DAE. Este organismo es responsable de la regulación y concesión de licencias de todas las instalaciones nucleares y se encarga de su seguridad.

Ilustración 10: Estructura del sector de la energía nuclear en India.



8. ACCESO AL MERCADO-BARRERAS

El Tratado de No Proliferación Nuclear, firmado en 1970, dejó a India fuera del comercio nuclear con países firmantes del tratado. Al quedarse India fuera de este tratado, los países integrantes perdieron toda oportunidad de acceder al mercado Indio (a excepción de acuerdos de salvaguardia para instalaciones concretas).

Durante todo ese tiempo, los integrantes del Grupo de Proveedores Nucleares alabaron el comportamiento de la India, al no transmitir los conocimientos adquiridos a terceros países. Por esta razón y siendo el mercado Indio un socio tan atractivo para el comercio en el sector nuclear, el gobierno estadounidense presiono para que se excluyera a India de la lista de los países sujetos al embargo, y así abrir las puerta de acceso al mercado indio. A pesar de contar con cierta oposición por parte de países como Australia, desde septiembre de 2008 se permite el comercio nuclear con la India.

Estos aspectos están relacionados con los problemas geopolíticos que han afectado al desarrollo nuclear de la india, como pueden ser: la posesión de armas nucleares, el confrontación con Pakistán, el posicionamiento como país no alineado de India, o sus relaciones bilaterales con EE.UU.

8.1. DESCRIPCIÓN DEL MERCADO INDIO

Como se puede comprobar a lo largo de este informe el mercado indio de energía nuclear es uno de los más complejos y peculiares del mundo. En primero lugar, la industria nuclear india es de carácter público y todo el control recae en el gobierno central, tanto en la parte de operación y generación como en la regulación.

A pesar de ello, el gobierno ha mostrado su interés en adaptar la ley para que las empresas privadas puedan tomar parte en proyectos de generación de energía, pero siempre sin contar con inversión extranjera directa. Anticipándose a esta decisión, empresas indias importantes como *Reliance Power Ltd*, *GVK Power and Infrastructure Ltd* y *GMR Energy Ltd.*, están en negociaciones con empresas extranjeras como *Areva*, *GE-Hitachi*, *Westinghouse* y *Atomstroyexport*, para llevar a cabo futuras colaboraciones.

La actual política del gobierno pone la energía atómica en la lista de sectores prohibidos. Sin embargo, no hay ninguna restricción sobre la IED en las industrias suministradoras del sector, para la fabricación de equipos y la prestación de otros suministros para las centrales nucleares y otras instalaciones relacionadas.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Como consecuencia de esta naturaleza pública nos encontramos con competidores nacionales muy fuerte, que se han desarrollado durante los años de aislamiento, en su mayor parte empresas públicas. Sin olvidar los importantes acuerdos bilaterales que tiene India con países punteros en energía nuclear, que ha favorecido la entrada de empresas de estos países en el sector nuclear. Estos dos factores dificultan de manera considerable la entrada de otros países, ya que los acuerdos no solo meramente comerciales, sino que tienen un componente político importante y de gran peso.

Las empresas, tanto locales como internacionales, se presentan a las licitaciones y concursos convocados por las empresas indias. Estas licitaciones, comprenden toda la cadena de valor en un proyecto de energía nuclear, ya cada empresa licita sobre la parte de la cadena a la que pertenece.

Una de las políticas estrella que está llevando a cabo el actual gobierno del primer ministro Modi, es la “make in India”, mediante el cual se quiere dar un impulso a la manufacturación dentro del país y que muchas empresas del sector ya están teniendo en cuenta en su estrategia de entrada al mercado, formando *joint venture* con empresas locales (como es el caso de *Alstom*) para establecerse en el país, ya que supondrá una ventaja competitiva en un futuro cercano.

Pero sin duda el punto más importante , y que hemos destacado en varias ocasiones en este estudio, y afecta de manera directa a una empresa española que desean introducirse en el mercado ya sea como suministrador o proveedor es la ley de responsabilidad civil de india y que repercute directamente a los proveedores internacional.

8.1. RESPONSABILIDAD CIVIL NUCLEAR EN INDIA

La *Atomic Energy Act* de 1962 no incluye mención alguna a las cuestiones de responsabilidad o indemnización en caso de accidente. Por otro lado, la India no es parte contratante de los convenios sobre responsabilidad nuclear internacionales (la Convención de Viena modificada OIEA de 1997 y la Convención sobre indemnización suplementaria por daños nucleares de 1997).

El ejecutivo indio aseguró en septiembre de 2008 ante representantes de EEUU que tomaría todas las medidas necesarias para adherirse a la Convención sobre Indemnización Suplementaria (CSC) al considerarlo el convenio sobre responsabilidad nuclear internacional más acorde con la realidad del sector en India. La firma se produjo el 27 de octubre de 2010, sin embargo a día de hoy no ha sido ratificado, sin que se conozcan los motivos de esta negativa. La CSC, que requería la firma de un mínimo de estados con capacidad nuclear instalada igual o superior a 400.000 unidades, entró en vigor en enero de 2015 tras ser ratificado por Japón. Durante la visita de Obama al país en enero de 2015 el ejecutivo indio volvió a asegurar su firme intención de formar parte del convenio y se espera que el texto sea ratificado próximamente.

Entre los motivos por los cuales no se ha ratificado dicha convención, destaca la incompatibilidad de las secciones 17 (b) y 46 de la CLND con lo establecido en la CSC. Esta cláusula, contraria a los estándares internacionales, incluye un recurso legal por el cual el operador, una vez pagada la indemnización, tiene potestad para reclamar el total de la cantidad al proveedor durante un periodo de 80 años desde la puesta en marcha de la planta. Siempre y cuando una corte india determine que el incidente es consecuencia de la actuación negligente de dicho suministrador. La sección 24 de la CLND incluye los parámetros que debe cumplir una empresa para ser considerada proveedora:

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

1. Fabricador o suministrador de sistemas, equipos y componentes ya sea directo o a través de un agente. Incluso cuando la construcción se realice en base a una especificación preestablecida.
2. Empresas de ingeniería encargadas del diseño de sistemas, equipos, componentes o planes de construcción o estructura.
3. Empresas que proporcionen servicios de garantía o gestión de calidad

Tras las presiones internacionales, especialmente de los representantes de Estados Unidos y Rusia, el gobierno indio ha tratado de matizar esta medida y adaptarse a criterios de la CSC. En abril de 2014, se planteó por primera vez la posibilidad de constituir un Fondo de Seguros

Nuclear de la India. El mecanismo se estableció con el objetivo de salvar el recurso legal previsto en la CLND y cubrir el riesgo de los proveedores. Este fondo estará gestionado por las aseguradoras: *General Insurance Corporation of India (GIC)*, *Oriental*, *New India Assurance*, *United India* y *National Insurance*. En enero de 2015, tras la visita de Obama, el ejecutivo indio junto a GIC, se comprometieron a realizar cada uno una aportación inicial de 750 crore a dicho fondo, equivalente a 115 millones de euros.

9. PERSPECTIVAS DEL SECTOR

A corto y medio plazo, India tiene la necesidad de ampliar enormemente la capacidad instalada de energía nuclear junto con todo su sistema de energía, para suministrar electricidad a 300 millones de personas, que en la actualidad se encuentran sin acceso, así como a la creciente demanda derivada del crecimiento económico que está experimentando el país, de acuerdo con un estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía (AIE).

Actualmente, el consumo per cápita de electricidad en la India es tan solo 673 Kwh por año, lo que significa menos de una cuarta parte de la media mundial, según la AIE, en su *Energy Technology Perspectives 2014*. Una "primera prioridad" para la India es elevar este nivel de consumo de energía, además de, llevar electricidad a las personas no conectadas. Para ello se requerirá la inversión a través de todo el sector eléctrico del país, con las energías renovables y la energía nuclear a la cabeza.

El objetivo de India es producir 24.000 MW a partir de energía nuclear en 2020 y 63.000 MW para el año 2032. A largo plazo, la energía nuclear va a suministrar el 25% de la electricidad en 2050. Por su parte, las energías renovables están previstas que proporcionen un 40% de la electricidad. Mientras tanto, el uso de carbón, intensivo en carbono, para la generación de energía caería desde el 80% a menos del 20%.

En este contexto la generación total de energía en India se cuadruplicará para 2050. Pero la energía nuclear crecerá más rápido que el sector de la energía en su conjunto, de una capacidad instalada de 5,3 GW a 80 GW en 2050, de acuerdo con un gráfico en el documento AIE. Esto supone un factor de crecimiento del 15 %.

Ilustración 11: Evolución sector nuclear en India.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020
Total energía nuclear consumida (ktoe)	8.996	10.946	13.678	16.409	16.409	20.311	24.213
Nº de reactores	20	22	24	26	26	28	30
Aportación de energía nuclear	1,1	1,3	1,5	1,7	1,7	2,0	2,2
Instalación total de nuclear (MWe)	4.611	5.611	7.011	8.411	8.411	10.411	12.411

Fuente: The Economist Intelligence Unit.

EL MERCADO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN INDIA

Presupuesto 2014 - 2015

En el año fiscal 14 -15 el gobierno de la India aumento en un 27% los presupuesto para la investigación atómica y la energía nuclear respecto al anterior año fiscal. La inversión en las empresas públicas del ámbito nuclear también se incrementó significativamente.

El gobierno asignó 10.450 crores de rupias (1.600 millones de euros) para el Departamento de Energía Atómica (DAE). De esta cantidad, 8.740 crores (1.300 millones de euros) fueron para la investigación nuclear, mientras que el resto se destinó a la generación de energía nuclear.

La cantidad destinada a investigación se descompone en 483 millones de euros para el Centro de Investigación Atómica Bhabha (BARC) en Mumbai y 187 millones para el Centro Indira Gandhi de Investigación Atómica (IGCAR) de Kalpakkam.

Otros 213 millones de euros fueron presupuestados para las instalaciones de fabricación de combustible, mientras que 138 millones fueron destinados para la producción de agua pesada.

En la partida destinada a generación de energía nuclear, se asignaron 285 millones. Incluyendo 5 millones de euros para el prototipo de reactor reproductor rápido (FBR) en construcción en Kalpakkam de 500 MWe de potencia.

El gobierno también ha asignado 107 millones para la inversión de las empresas estatales, *Nuclear Power Corporation of India Ltd* (NPCIL) y *Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Ltd* (Bhavini). Esto es más del doble de la cantidad presupuestada el año anterior. NPCIL es el dueño de propiedad estatal y operador de las centrales nucleares de la India y *Bhavini* es una empresa gubernamental creado para centrarse en FBR.

Otro 25 millones se invertirán en la *Uranio Corporation of India Ltd* (UCIL) para el desarrollo de la minería y el procesamiento de uranio.

Presupuesto 2015 -2016

Gobierno ha asignado 5.900 millones de rupias (87 millones de euros) para la generación de energía nuclear y la realización de investigaciones en energía atómica, mientras que el total para el Departamento de Energía Atómica (DAE) es de 10.912 millones de rupias (162 millones de euros).

Los 5.900 millones de rupias asignadas este año, serán destinados para los actuales y nuevos proyectos. Para los centros de investigación de Comisión de Energía con sede en Mumbai Bhabha Atómica y el Centro basado Kalpakkam Indira Gandhi de Investigación Atómica (IGCAR) se han asignado 1.912 millones de rupias.

10. OPORTUNIDADES

El mercado nuclear indio presenta una gran cantidad de oportunidades a corto y medio plazo, ya que se están desarrollando un gran número de proyectos, de los cuales unos se encuentran en fase de construcción, y otra importante cantidad de nuevos reactores están en fase de aprobación y otros tantos están siendo planteados. Aunque el mercado de generación de energía está cerrado para la IED, el sector de suministro de bienes de equipo y tecnología, si está permitida tanto la IED en la industria pesada relacionada con el sector, como la importaciones de productos.

Las principales oportunidades se encuentran centradas en:

- I. Suministro de materiales y tecnología.
- II. Transferencia de tecnología (*know how*) y acuerdos de I + D.
- III. La construcción de 5 nuevos mega parques nucleares, basados en tecnologías importadas, cada una con un potencial de producción de 10.000 MW, en Kudankulam en Tamil Nadu, Kovvada en Andhra Pradesh, Haripur en Bengala Occidental, Jaitapur en Maharashtra y Chhaya Mithi Viridi en Gujarat. Existen acuerdos entre NPCIL y Rosatom, Areva, Westinghouse y GE-Hitachi respectivamente.
- IV. Explotación y procesamiento de las reservas de torio como combustible nuclear.
- V. Licitaciones abiertas a empresas internacionales, tanto de servicios de ingeniería, como suministros de equipos.

11 ■ INFORMACIÓN PRÁCTICA

Ferias.

India Nuclear Energy 2015 - October 15 - 16, 2015, Mumbai (anual)

<http://www.ubmindia.in/indianuclearenergy/home>

Enertech world expo 2016 – Febrero 2016, Mumbai (bienal)

<http://www.chemtech-online.com/events/enertech/>

Publicaciones del sector.

<http://www.world-nuclear-news.org/>

<http://www.foronuclear.org>

<http://www.indiaenvironmentportal.org.in>

Asociaciones.

[Nuclear Power in India - World Nuclear Association](#)

[Indian Nuclear Society - INS](#)

[Nuclear Law Association, India](#)

12. OTROS EPÍGRAFES

Empresas privadas en indias

- Bharat electronics limited (BHEL)
- Larsen & Toubro (L&T)
- Alstom India
- Siemens
- Walchandnagar Industries
- KSB Pumps
- Mammoet
- Fine Tubes Limited
- Sanvik Asia Pvt Ltd
- KSB Pumps Limited
- Oscar PG
- MTU Onsite Energy
- Sarens

Empresas publicas indias

- NPCIL - Nuclear Power Corporation of India Limited
 - NPCIL - Anushakti Vidhyut Nigam Limited
 - NPCIL – Indian oil Nuclear Energy Corporation Limited
 - NPCIL - Nalco power company limited
- Bhavini
- Uranium Corporation of India
- Nuclear Fuel Complex
- Heavy Power Board
- NTPC - National Thermal Power Corporation

Centros de investigación de energía nuclear

- Indira Gandhi Centre for Atomic Research
- Baba Atomic Research Centre
- The Tata Institute of Fundamental Research

Bibliografía

Last section based on paper by Michael Wilson, 1995, *The Nuclear Future: Asia and Australia and the 1995 Conference on Non-Proliferation*, published by Griffith University.

S. Banerjee 2010, Towards a Sustainable Nuclear Energy Future, WNA Symposium 2010

NPCIL 2011, Facts on Kudankulam NPP, 21 pp

IAEA, AHWR Status Report, Dec 2010

Civil Liability for Nuclear Damage Rules 2011 (notably clause 24), Gazette of India 11/11/1.

OECD/IEA Electricity Information 2012 or later

Vijayan, I.V. et al, BARC, [Overview of the Thorium Program in India](#), ThEC2013 presentation

Kakodkar, A, 2013, [Leveraging opportunities with thorium](#), ThEC2013 presentation

Wattal, P.K. 2013, [Recycling challenges of Thorium fuels](#), ThEC2013 presentation

Saurav Jha, [Coming of Age in 2014, review of India's Nuclear Energy Program](#), Nuclear Engineering International, August 2014

Dept of Atomic Energy, [Annual Report 2013-14](#)

Rakesh Sood, *the Hindu* 16/3/15, looking beyond nuclear liability.