SECTOR EÓLICO EN INDIA

Junio 2021

Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua

indversis

pin 4 Plan Internacional de Navarra 2021/2022

ÍNDICE

ÍNDICE ..... - 2 -

Análisis: Sector eólico en India ..... - 4 -

1. Introducción 4

2. Sector energético en India 5

3. Sector de energías renovables 7

4. Sector eólico 9

4.1. Evolución 9
4.2. Distribución por estados 11

5. Factores claves 11

5.1. Precio competitivo 11
5.2. Cooperación con solar y no competencia 11
5.3. Necesidad de mejoraR la calidad del aire 12
5.4. Dependencia energética 14
5.5. Viabilidad económica de toda la cadena de valor 14

6. Regulación y normativa 15

6.1. Generation Based Incentive (GBI) 15
6.2. Accelerated Depreciation 15
6.3. Renewable energy certificate scheme y Renewable Purchase Obligations 15
6.4. Repowering policy 15
6.5. National wind-solar hybrid policy 15
6.6. El cambio de reglas: wind bidding scheme 16

7. Instituciones y asociaciones 17

8. OEMs 17

8.1. OEMs nacionales e internacionales 17
8.2. Cuota de mercado 18
8.3. OEMs incluidos en la RLMM 18

9. IPPs 21

10. Ferias sectoriales 22

10.1. Windergy India 2022 22
10.2. Renewable Energy India Expo 22

11. Obstáculos en el desarrollo de la energía eólica en India 22

11.1. Barreras técnicas 23
11.2. Barreras económico-financieras 24
11.3. Barreras socioeconómicas 24
11.4. Barreras políticas 24
11.5. Barreras del mercado 24

12. Análisis de tendencias 25

12.1. Mercado condicionado por el precio 25
12.2. Off-Shore 25
12.3. Repowering 25
12.4. Sistemas híbridos eólicos-solares 26
12.5. Exporting hub 28

13. Retos 28

13.1. Reducción de dependencia en fuentes fósiles 28
13.2. Logro de objetivo de 175 Gw en 2022 28
13.3. Aumento de capacidad energética 29
13.4. Cumplimiento de los estados de la política energética 29
13.5. Mejora de liquidez de las DISCOMs 29
13.6. Apuesta decidida por la energía eólica frente a la solar 29
13.7. Mejora la disponibilidad de terreno 29
13.8. Mejora de conectividad CON LA RED 30
13.9. Incertidumbres a la inversión 30

14. Oportunidades 30
14.1. Alto potencial de generación, hasta 695 Gw 30
14.2. Relanzamiento de la actividad productiva 30
14.3. Aumento de demanda de tecnología avanzada 30
14.4. Standarización 30
14.5. Exporting hubs 31
14.6. OEMs de origen navarro 31

15. Conclusiones 31

16. Anexos 32
16.1. Anexo I: Mapa energético india 32
16.2. Anexo II: Mapa potencial eólico india (120M) 33
16.3. Anexo III: REVISED LIST OF MODELS AND MANUFACTURERS (RLMM) (9.04.2021) 34
16.4. ANEXO IV: listado de las PRINCIPALES ippS EN INDIA 37

17. Bibliografía 38

18. Ilustraciones 38

19. Tablas 39

Análisis: Sector eólico en India

India se enfrenta al mayor reto energético de su historia, asegurar el abastecimiento energético en las próximas décadas de la mayor población del planeta. Las energías renovables deben jugar un papel decisivo

1. Introducción

India es hoy en día el segundo país más poblado del mundo con más de 1.300 millones de habitantes. Sin embargo, su tasa de crecimiento del 1,2% duplica a la del primer país, China, por lo que se estima que en 2024 superará su población.

En la actualidad, alrededor del 33% de la población de India vive en zonas urbanas. Los estados de Tamil Nadu, Maharashtra y Gujarat presentan los mayores índices de urbanización del país, con porcentajes de 48%, 45% y 42% respectivamente.

Se considera que aproximadamente 300 millones de habitantes pertenecen a la clase media en India. Según estimaciones de población, para 2025 esta cifra llegará a los 547 millones de personas.

Por su parte, la población que vive por debajo del umbral de la pobreza todavía es muy elevada en el país. Se estima que en todo el país 70 millones de personas viven en pobreza extrema es decir, un 5% de su población.

El consumo energético sin duda alguna es un gran termómetro del grado de prosperidad de un país.

Encabezando el ranking de países con mayor consumo energético se puede encontrar países de alta renta y gran exigencia climatológica como Islandia (53.832 Kwh/habitante), Noruega (23.000 Kwh/habitante), Bahrain (19.597 Kwh/habitante) y Kuwait (15.591 Kwh/habitante). Entre los países occidentales de climatología más estable la horquilla de consumo energético oscila entre los 12.994 Kwh/habitante de USA y los poco más de 5.000/habitante de España, Italia o UK.

Este consumo per cápita obviamente se desploma en países emergentes y más aún en los densamente poblados. En el caso de India el consumo per cápita es de 805 Kwh. [1]

El robusto crecimiento económico de India y el constante incremento poblacional atraerán consigo un gigantesco incremento en la demanda energética. Se estima que en 2040 el consumo actual se incrementará en un 156%, posicionando al país como aquel con el mayor incremento de la demanda energética a nivel mundial.

En términos absolutos, India pasará de significar un 6% del consumo energético mundial a un 11% en tan solo dos décadas.

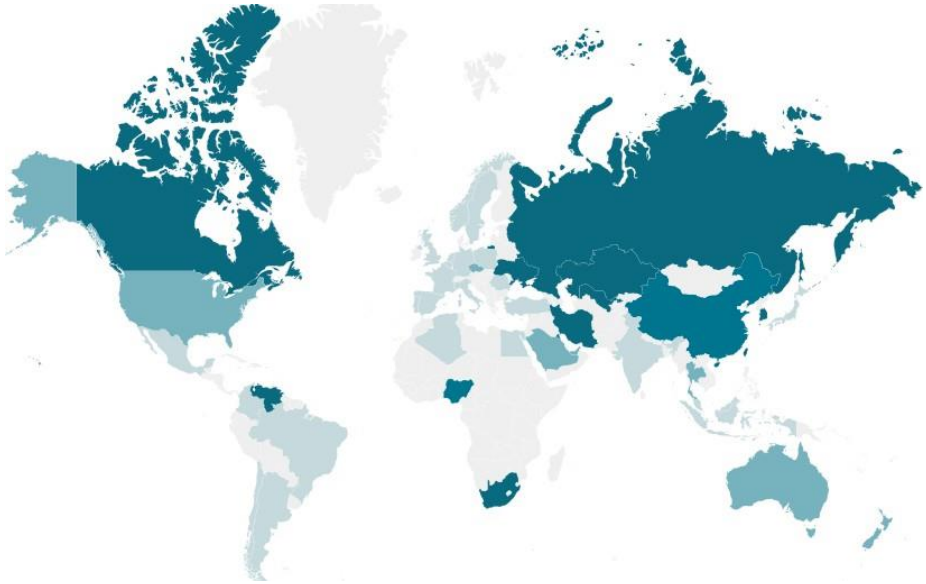
Un 42% del incremento energético se alcanzará con el aumento de la única fuente convencional disponible en el país, el carbón. Ese consumo supondrá duplicar las emisiones de CO_2 actuales, pasando a suponer un 14% de las emisiones contaminantes mundiales, desde el 7% actual.

India duplicará las emisiones de CO2 en 2040 para afrontar la demanda energética

A diferencia de otras economías emergentes como China o incluso países africanos como Nigeria o Sudáfrica, India cuenta con escasos recursos energéticos provenientes de combustibles fósiles. Debido a ello, el coste energético es elevado en términos de PIB es muy elevado o, dicho de otra manera, la eficiencia es muy reducida. Por ello el incremento de la demanda energética supondrá un gran coste para el país que deberá buscar fuentes de energía más eficientes.

[1] (World Bank 2018)

Ilustración 1:Intensidad Energía por unidad de PIB



Indudablemente la sostenibilidad de este modelo energético requerirá la apuesta por nuevas fuentes de energía que reemplacen el mix energético actual permitiendo un incremento de la capacidad de generación sin perjuicio del medio ambiente.

India es un país bendecido con inagotables recursos naturales de energía renovable, en especial eólica y solar.

2. Sector energético en India

En un país con un crecimiento económico superior al 7% (pre COVID) es crucial que la producción energética sea capaz de satisfacer la creciente demanda. Hoy en día se estima que India cuenta con unos recursos energéticos cercanos a los 350 Gw (2019). De ellos, las plantas de generación de energía provenientes del carbón son la principal fuente de suministro, con una capacidad cercana a los 200 Gw. Tras ellas, la energía hidroeléctrica es la segunda fuente más importante con una capacidad cercana a los 45 Gw. Las demás energías renovables contribuyen en 70 Gw de los cuales 34 Gw son generados por la energía eólica, es decir, aproximadamente un 10% de la capacidad total.

La red eléctrica india está dividida en cinco regiones: Oeste, Sur, Norte, Este y Noreste.

La zona Norte presenta un mayor consumo energético per cápita. Esta área cubre el 30% de la geografía de India y acoge al 28% de su población.

Según datos del *Ministry of Power,* la demanda acumulada de todas las regiones era de 102.762 Mwh en julio de 2017, mientras que la disponibilidad era de 102.116 Mwh, lo que supuso un déficit de un 0,6%. Un año después las cifras se incrementaron hasta 110.339 Mwh demandados sobre una capacidad de 109.736 Mwh, por lo que el déficit se redujo a un 0,5%, dejando entrever una tendencia positiva.

Igual tendencia se observa en los picos de demanda que alcanzaron en 2017 los 156.750 Mwh demandados sobre una capacidad pico de 154.302 Mwh (-1,6%), mientras que en 2018 reflejaron 170.165 Mwh sobre 167.778 Mwh (-1.45%).

Ilustración 2: Capacidad Eléctrica por Región

All India region-wise energy scenarios at the end of July2018 (As on 31.07.2018).
Source: Ministry of Power, Central Electricity Authority, Government of India [26].

Region	Energy (MU)				Deficit (%)	
	Demand		Availability			
	July, 2017	July, 2018	July, 2017	July, 2018	July, 2017	July, 2018
Northern	36168	38266	35653	37771	−1.4	−1.3
Western	26580	29364	26562	29361	−0.1	0.0
Southern	26755	27553	26744	27513	0.0	−0.1
Eastern	11742	13533	11686	13518	−0.5	−0.1
North Eastern	1517	1623	1471	1574	−3.0	−3.1
All India	**102762**	**110339**	**102116**	**109736**	**−0.6**	**−0.5**

Fuente: Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology Silchar, Assam, India (2019)

Según el Gobierno Indio, más de 581.000 poblaciones de las 597.500 existentes contaban con suministro eléctrico. Sin embargo, la realidad demuestra un importante desequilibrio entre la oferta y la demanda según la distribución geográfica, con estados, en especial en el Norte y Noreste del país, con un enorme déficit energético (Jammu&Kashmir, Assam, Arunachal Pradesh, Manipur…).[2]

Ilustración 3: Oferta/Demanda energética por Estado

State-wise power supply position of India in July 2018 (In MU).
Source: Ministry of Power, Central Electricity Authority, Government of India [26].

State	Requirement	Availability	Surplus/Deficit (%)	State	Requirement	Availability	Surplus/Deficit (%)
Chandigarh	177	177	0	Kerala	1917	1901	0.8
Delhi	3691	3688	0.1	Tamil Nadu	9666	9658	0.1
Haryana	5935	5935	0	Pondicherry	240	239	0.6
Himachal Pradesh	856	794	7.3	Jammu & Kashmir	1536	1232	19.8
Bihar	2785	2783	0.1	Jharkhand	700	699	0.1
Punjab	7048	7048	0	Odisha	2721	2713	0.3
Rajasthan	6094	6084	0.2	West Bengal	5394	5390	0.1
Uttar Pradesh	11627	11525	0.9	Sikkim	39	39	0
Madhya Pradesh	5267	5267	0	Arunachal Pradesh	70	69	1.4
Chhattisgarh	2299	2297	0.1	Assam	1027	991	3.5
Gujarat	8746	8746	0	Manipur	73	72	1.5
Uttarakhand	1301	1287	1.1	Meghalaya	172	172	0
Maharashtra	11967	11966	0.1	Mizoram	52	51	1.6
Goa	327	327	0	Nagaland	80	71	10.5
Andhra Pradesh	5140	5136	0.1	Tripura	149	147	1.3
Telangana	5267	5262	0.1	Karnataka	5323	5318	0.1

Fuente: Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology Silchar, Assam, India (2019)

El sector energético indio se estructura en tres sectores diferenciados (gobierno central, estados regionales y productores privados). En Julio de 2018 los casi 345 Gw producidos eran generados 103 Gw a nivel estatal, 157 Gw por productores privados y 85 Gw por el gobierno central). Es por tanto evidente el rol principal de los productores privados en la capacidad energética india gracias a su mejor tecnología y capacidad de inversión.

India es el tercer mayor consumidor de petróleo del mundo, a la vez que el cuarto mayor exportador de productos refinados. El crecimiento del consumo de petróleo hace prever que superará a mitades de la década de los 20's a China en el ranking.

Sin embargo, este consumo y capacidad de refinado no está unido a su capacidad productora. India es totalmente dependiente del petróleo internacional, importando por encima del 80% (2018).

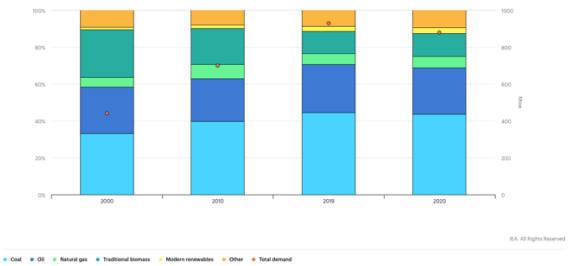
El Gobierno Indio se ha establecido como objetivo incrementar el peso del Gas Natural dentro del mix energético desde el 6% hasta el 15% en 2030 fomentando las extracciones domésticas.

La utilización del Gas Natural dentro del consumo doméstico ha sufrido un importante incremento, que en cambio ha sido compensado con un descenso en su utilización industrial debido a su elevado coste en

[2] (Subhojit Dawn* 2019)

comparación con el coste de las energías renovables y carbón.

Ilustración 4: Mix energético India



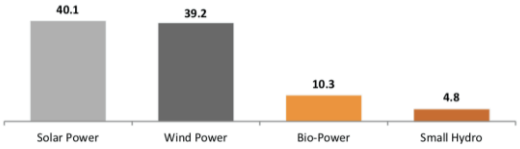
Fuente: IEA. India Energy Outlook 2021

3. Sector de energías renovables

India es el tercer emisor mundial de gases de efecto invernadero. A fin de combatir ese problema se ha comprometido a reducir sus emisiones contaminantes mediante el incremento de la capacidad de energías renovables hasta alcanzar los 175 Gw en el año 2022, de los cuales 60 Gw procederán de fuentes eólicas y 100 Gw de fotovoltaicas (de los cuales 40 Gw serán en tejados).

En marzo del 2021, la capacidad energética proveniente de fuentes renovables alcanza los 94,4 Gw de los cuales 40 Gw provienen de fuentes solares y 39 Gw de fuentes eólicas onshore (en tierra). Un pequeño porcentaje es generado por pequeñas instalaciones hidroeléctricas (las grandes instalaciones hidroeléctricas no son consideradas fuentes renovables).

Ilustración 5: Capacidad instalada (Gw) procedente de EERR, a marzo 2021



Fuente: IBEF

A fin de alcanzar el objetivo de los 175 Gw renovables, el gobierno deberá incrementar enormemente el desarrollo de las energías eólica y solar en India para lo cual tendrá que dar respuesta a las principales dificultades que ese reto plantea como son el acceso a fuentes de financiación, el impacto medioambiental, el acceso a grandes superficies de terreno y la conectividad con la red eléctrica.

La envergadura de este reto es inmensa en todos los frentes. Tan sólo desde el punto de vista del acceso al terreno, se estima que serán necesarios entre 55.000 y 125.00 Km^2, es decir, el tamaño de un estado como Himachal Pradesh o Chhattisgarh (o Aragón y Castilla-León en términos españoles).

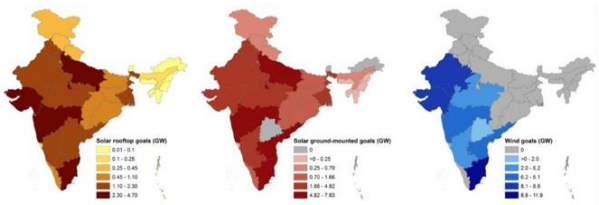
El desarrollo de los objetivos de energías renovables en India requerirá de una superficie similar a la de Castilla-León

Con una población que supera los 1.300 millones de habitantes en constante crecimiento, la identificación de terrenos susceptibles para estas instalaciones, en especial en el caso eólico, supone un gran problema, más aún cuando se deben equilibrar otros intereses contrapuestos como la mitigación del cambio climático evitando la desforestación o las necesidades de desarrollo urbano de la población creciente.[3]

En un estudio realizado durante 2019 sobre la sostenibilidad de este crecimiento exponencial de las energías renovables se concluyó que, debido al escaso éxito de las instalaciones fotovoltaicas en tejados, sería necesario realizar un gran proceso de conversión de terrenos agrícolas y forestales para poder llevar a cabo las instalaciones necesarias para alcanzar el objetivo de 175 Gw en 2022.

[3] (Joseph Kiesecker 1 2019)

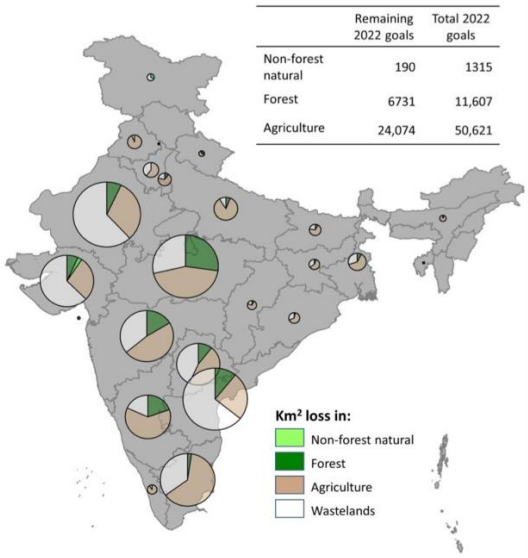
Ilustración 6: Objetivos de distintos tipos de instalaciones por estado



Fuente: MDPI, Joseph Kiesecker (2019)

Los autores estimaban una necesidad de aproximadamente 6.700-11.900 Km² de bosque y no menos de 24.100 – 55.700 Km² de terreno agrícola.

Ilustración 7: Necesidad de terreno por estado para alcanzar objetivos 2022



	Remaining 2022 goals	Total 2022 goals
Non-forest natural	190	1315
Forest	6731	11,607
Agriculture	24,074	50,621

Fuente: MDPI, Joseph Kiesecker (2019)

A fin de incrementar la competitividad de las fuentes de energías renovables, el Gobierno de India incorporó en el año 2017 el sistema de subastas energéticas tanto para el sector eólico como el solar.

El impacto de la transición desde el modelo *Feed-in-tariff* hacia el de subasta fue demoledor. En lo relativo al sector eólico y pese a la afirmación del Gobierno de que al menos 13 Gw de proyectos eólicos están en proceso de ser realizados, la realidad es que muchos de ellos están paralizados o incluso sin comenzar debido a incontables problemas.

Las subastas iniciales recibieron una gran respuesta por parte de los inversores que llevaron a un desplome de los precios de adjudicación hasta precios insospechados (2,43 Rs/Kwh). Los fabricantes deseaban desprenderse de sus stocks de aerogeneradores a cualquier coste, llevando a ofertas suicidas.

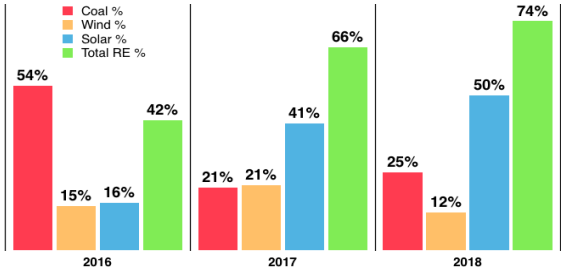
Sin embargo, la realidad posterior estuvo sembrada de enormes dificultades de ejecución como falta de disponibilidad de terreno a precios razonables, problemas de transmisión de la electricidad y conectividad de los parques, falta de pagos por parte de las compañías distribuidoras, retrasos en los proyectos… Todo ello llevó a un alza en los precios de las subastas.

Las últimas subastas realizadas durante el año 2019 tuvieron que ser suspendidas debido al nulo interés por parte del sector a causa de la incertidumbre en el mismo y a los límites en el precio de las subastas. Un reciente estudio de CRISIL, empresa india de Rating, estima que tan sólo será posible alcanzar 45 Gw de los 60 Gw objetivos en el año 2022. Tras un máximo de capacidad añadida en el año 2017 con más de 5,5 Gw, el sector ha entrado en una importante ralentización durante los dos últimos años con poco más de 2 Gw anuales incorporados.

Similares problemas están ocurriendo en el sector solar, muy condicionado por las erráticas políticas arancelarias del Gobierno indio a fin de restringir las importaciones de paneles solares desde China, así como por similares problemas a los eólicos en cuanto a conectividad e integración con la red eléctrica.

Sin embargo, el número de instalaciones solares en India ha sido capaz de mantener un ritmo de crecimiento importante debido fundamentalmente al desplome de los costes de producción.

Ilustración 8: Cuotas e incremento anual de capacidad energética por tecnologías



Fuente: MNRE

Pese a los 7,5 Gw incrementados durante el último año, el ritmo de crecimiento no es suficiente para alcanzar el objetivo de 100 Gw en 2022. Será necesario un cambio de rumbo por parte de los diversos gobiernos implicados a fin de acelerar las instalaciones tanto en tejados como en megaparques. De hecho, el modelo de megaparque solar es hoy en día el que mejor resultado están proporcionando, debido a la mayor facilidad para encontrar terrenos susceptibles de emplazamiento de parques solares en comparación con los adecuados para los parques eólicos.

India cuenta con numerosos recursos naturales para la generación de energía renovable. Su latitud le permite disponer de incontables horas de radiación solar y su geografía con más de 7.500 Kms de costa predispone determinados territorios a recibir constantes vientos susceptibles de generar energía eólica. Más aún, un reciente informe publicado por FOWIND (*Facilitating Offshore Wind in India)* ha identificado dos áreas en las costas de Gujarat y Tamil Nadu susceptibles de acoger proyectos Offshore (eólica marina).

4. Sector eólico

4.1. EVOLUCIÓN

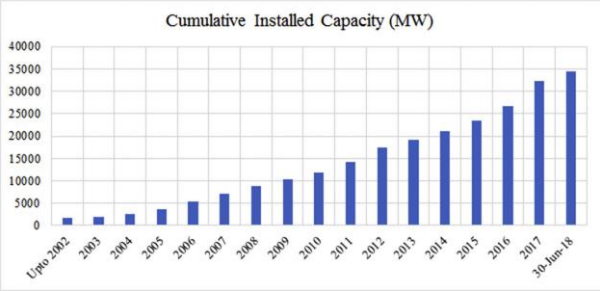
En 1952, Maneklal Sankalchand Thacker, un reconocido ingeniero, en asociación con el Consejo de Investigación Científica e Industrial (CSIR) comenzó un proyecto para estudiar y determinar las posibilidades de energía eólica en India. Sin embargo, no fue hasta finales de los años 70 como consecuencia a la crisis del petróleo y al alza de sus precios cuando se constituyó una comisión para analizar las fuentes de energía alternativa (1981). Durante los años 83 y 84 se evaluaron los recursos eólicos en varios emplazamientos en India, estudios que se completaron en 1986 con la creación de 600 puntos de medición en 25 estados. El séptimo plan quinquenal del Gobierno Indio (1985-1990) dio luz verde a la generación de energía eólica y su conectividad a la red eléctrica.

Con posterioridad se constituyó la Agencia India de Desarrollo de Energía (IREDA) a fin de apoyar financieramente el desarrollo de las energías renovables mediante préstamos a los inversores.

Sin duda, ese fue el punto de partida del desarrollo de parques eólicos en el país que tuvo su refrendo en el siguiente plan quinquenal (1992-97). Durante 1995-96 se desarrollaron los primeros parques con capacidad de 282 Mw en Tamil Nadu, estado pionero en el sector. De hecho, el C-WET (posterior *National Institute of Wind Energy*, NIWE) se estableció en Chennai, la capital del Estado (1998).

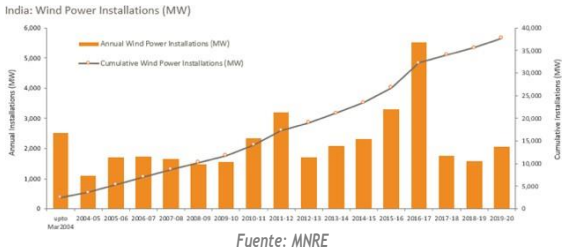
Este interés de finales de los 90 en la inversión en energía eólica fue progresivamente decayendo hasta que la creación en el año 2006 *del Ministry of New and Renewable Energy* (MNRE) supuso un espaldarazo definitivo del Gobierno Indio al impulso de las energías renovables.

Ilustración 9: Capacidad acumulada instalada en India (MW)



Fuente: MNRE

Ilustración 10: Capacidad instalada en India (MW)



Fuente: MNRE

A partir de entonces se pusieron en marcha de forma muy acertada numerosos programas incentivadores que crearon un desarrollo exponencial de la industria eólica:

- *Generation Based Incentive* (GBI) (subvención a la producción energética (2009-2016).
- *Accelerated* Depreciation (amortización acelerada del 80% del valor del proyecto).
- *Renewable Energy Certificates*.
- *Renewable Purchase Obligations* (RPO).
- *Repowering Policy*.

CRISIS DEL SECTOR 2016/17

Las diferentes políticas enunciadas fueron consolidando un sector eólico indio fuerte, con gran transferencia tecnológica al país que derivaron en una adición record de 5,5 Gw en el año 2016. La eliminación de programas como el GBI o incluso la reducción a la mitad del beneficio fiscal de la amortización anticipada no parecían preocupar a un sector autosuficiente y competitivo.

La introducción en el año 2016 de un nuevo programa, el *Wind Bidding* Scheme, fue recibido en el sector como una apuesta por la modernización del mismo y la adopción progresiva de un sistema ya empleado en la mayoría de países del mundo.

Los objetivos de este eran:

- Digitalización de los concursos públicos a fin de hacerlos más abiertos y transparentes.
- Transmisión de energía a los estados no productores.
- Creación de un organismo nodal, la SECI (Solar Energy Corporation of India).
- Apoyo a los estados no productores para cumplir sus obligaciones RPO.

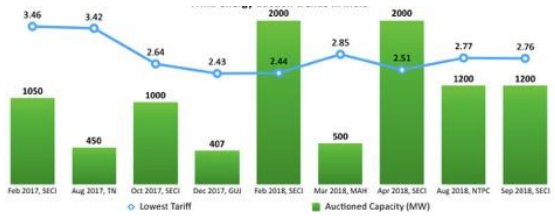
El programa, inicialmente destinado a ser complementario de las adjudicaciones *Feed-in-tariff*, tuvo un efecto devastador, como se analizará más adelante, y supuso un cambio radical en el sistema de adjudicación de proyectos, reduciendo el precio hasta límites insostenibles y generando una paralización casi total del sector.

SISTEMA DE SUBASTAS (A PARTIR 2017)

La falta de infraestructura de transmisión, la creciente preocupación por la liquidez y la salud financiera de los productores de energía y el interés insuficiente de los promotores condicionaron el escenario de subastas en India y obligaron a reducir el tamaño de lo que se suponía que sería la licitación de energía eólica más grande de su historia.

Entre febrero del 2017 y septiembre del 2018, la tarifa eólica osciló desde 3,46 Rs/Kwh (licitación eólica SECI en febrero de 2017) a 2,43 Rs/Kwh (licitación eólica estatal en Gujarat en diciembre de 2017). La media de tarifa sería de 2,80 Rs.

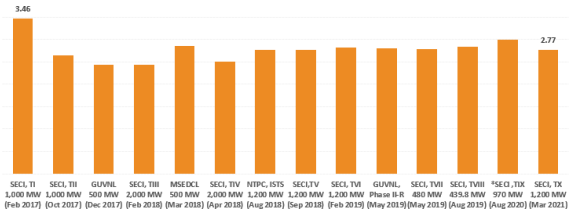
Ilustración 11: Evolución de las subastas eólicas en India (2017-2018)



Fuente: Renewable Watch Research

Según *Mercom's India Tender Tracker*, SECI ha licitado 13,9 Gw de proyectos eólicos recogidos en los Tranche I a IX, de los cuales se han subastado 10,3 Gw.

Ilustración 12: Evolución de las tarifas de las subastas en India 2017-2021



Fuente: Mercom India Research

El estado actual de ejecución de las subastas de los proyectos eólico e híbridos se recoge en el siguiente cuadro:

Tabla 1: SECI/ NTPC Subastas de proyectos de energía eólica e híbrida

SECI/NTPC Wind and Hybrid Power Project Auctions*

S.No	Scheme	A	B	C	Discovered Tariff (₹/kwh)	D	Remarks	E=C-D
1	Tranche I	1000,00	1049,00	50,00	3,46	50,00	Inox likely to be surrendered 50 MW	0,00
2	Tranche II	1000,00	1000,00	315,50	2.64-2.65	287,90	ReNew 37.90 MW and Inox 250 MW likely to surrender	27,60
3	Tranche III	2000,00	2000,00	1500,20	2.44-2.45	799,80	ReNew partial capacity 100 MW, Torrent 499.80 and Inox 200 MW likely to surrender	700,40
4	Tranche IV	2000,00	2000,00	2000,00	2.51-2.52	565,00	ReNew 265 MW and Mytrah 300 MW capacity Surrendered	1435,00
5	Tranche V	1200,00	1190,00	1190,00	2,51	290,00	1. Torrent 115 MW LTA revoked 115 2. Ecoren 175 MW likely to surrender	900,00
6	Tranche VI	1200,00	1200,00	1200,00	2,51	125,00	Ecoren 125 MW likely to surrender	1075,00
7	Tranche VII	1200,00	480,00	480,00	2.79-2.83	200,00	Engie 200 MW refusing to sign PPA	280,00
8	Tranche VIII	1800,00	440,64	440,80	2,83	-	-	440,80
9	Tranche IX	2500,00	970,00	-	2.99-3.00	-	LoA yet to be issued	**
10	NTPC Wind T-I	1200,00	1200,00	200,00	2.77-2.83	1000,00	Mytrah, Continuum, ReNew, Hero and SITAC has surrendered the project because of delay in tariff adoption from NTPC and Spring still might beget drop	200,00
11	SECI Hybrid T-I	1050,00	840,00	840,00	2.67-2.69	-	1. SBE Total Capacity- 450 MW 2. Adani wind likely to be 100 MW	840,00
12	SECI Hybrid T-II	900,00	720,00	720,00	2.69-2.70	-	Adani wind likely to be 150 MW	720,00
Total Capacity (MW)		**17050,00**	**13089,64**	**8936,50**	**2.44-3.46**	**3317,70**	-	**6618,80**

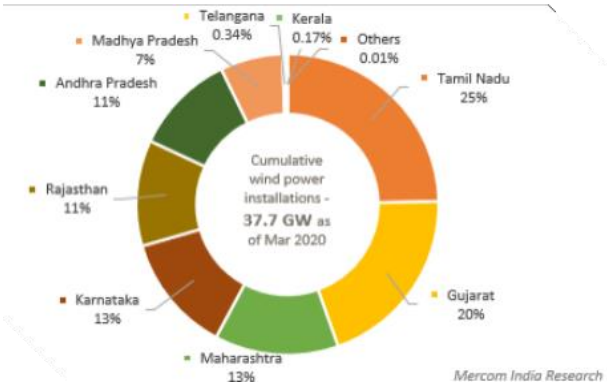
A= Total Capacity Tendered (MW)
B= Total Capacity Awarded (MW)
C= Under construction Capacity (MW) as per CEA
D=Likely to be surrendered (MW)
E= Expected under construction project capacity (MW)

*Based on the latest Project status list published by CEA. Some Projects mentioned as under construction are already been surrendered by Bid Winners.
** SECI Wind Tranche IX LoA yet to be issued

4.2. DISTRIBUCIÓN POR ESTADOS

A 31 de marzo de 2020, Tamil Nadu es el estado que más capacidad eólica acoge, representando casi el 25% del total. Gujarat es el segundo estado con un 20% de instalaciones eólicas en el país.

Ilustración 13: Instalaciones eólicas acumuladas por Estado (%)



Fuente: MNRE - Mercom India Research

5. Factores claves

Los factores que tendrán una relevancia determinante en el devenir del sector eólico indio durante los años venideros son los siguientes.

5.1. PRECIO COMPETITIVO

Un estudio de la consultora Wood McKenzie señalaba que el coste energético en India es el más barato de toda la región de Asia Pacífico en todas sus modalidades. El precio del Kwh proveniente de fuentes fósiles estaba establecido en 3,05 Rs., mientras que el precio de la energía solar costaba 2,62 Rs/Kwh y la eólica 3,36 Rs/Kwh.

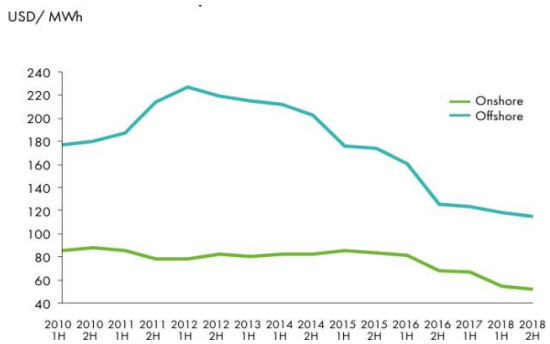
Como ya ha sido expuesto, los últimos precios de las subastas eólicas están siendo fijados a precios muy inferiores a los 3,05 Rs/Kwh estimado como punto de equilibrio con la presente estructura de costes (2020).

A igualdad de condiciones, el Gobierno de India debería promover el reemplazo de las fuentes de energía contaminantes por fuentes renovables.

Esta tendencia a la baja del precio de la energía eólica sin duda alguna todavía tiene mucho recorrido, debido a la situación de la tecnología en India, donde se utilizan aerogeneradores comparativamente pequeños en relación con el estándar internacional. La incorporación de nuevos modelos capaces de generar energía en condiciones de viento mucho más desfavorables permitirá aumentar de forma exponencial la disponibilidad de áreas geográficas susceptibles de ser un emplazamiento idóneo, y por tanto reducirá el coste de esta inversión.

Es evidente que el sector eólico ha mostrado su madurez y su capacidad de mejorar la competitividad cada año. Uno de los principales indicadores para ello es el denominado *"Levelized Cost of Energy"* (LCOE), que compara la totalidad de los costes del proyecto y operativos con las unidades de energía producidos durante la vida útil del equipo. La tendencia del sector eólico es evidente, como refleja el siguiente gráfico:

Ilustración 14: LCOE histórico



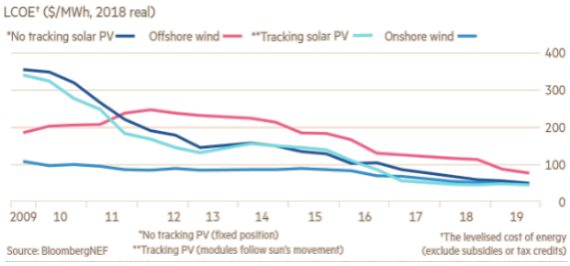
Fuente: Bloomberg (2019)

5.2. COOPERACIÓN CON SOLAR Y NO COMPETENCIA

El desarrollo de la industria fotovoltaica ha ido unido históricamente a la eólica. Sin embargo, ambas presentan sus propias fortalezas y debilidades que han llevado a los diferentes actores a preferir una sobre la otra.

Históricamente el coste de la energía fotovoltaica en cualquiera de sus formas ha sido significativamente superior a la energía eólica. La necesidad de utilización de seguidores solares en determinadas latitudes encarecía sustancialmente el coste de la energía solar en comparación con aquellas ubicaciones subtropicales como es el caso de India, donde se utilizan instalaciones solares fijas.

Ilustración 15: Coste comparativo energía



Fuente: . Bloomberg (2019)

El coste de las distintas fuentes de energía se está igualando e incluso se está produciendo un significativo cambio de tendencia, donde la energía solar ha pasado a ser la energía más barata del mercado.

Indudablemente el Gobierno de India parece inclinado de forma natural hacia el fomento de la energía fotovoltaica como fuente de energía alternativa al carbón. Sus principales ventajas, en comparación con la energía eólica, son:

- Mayor previsibilidad de suministro.
- Disponible en la práctica totalidad de Estados de India, por lo que no requiere políticas compensatorias.
- Mayor disponibilidad de terrenos aptos.
- Constante mejora tecnológica.
- Reducción de costes.

La combinación de disponibilidad de terreno, mano de obra e importaciones baratas de componentes desde China han posicionado al sector fotovoltaico indio como el más barato del mundo.

Las economías a escala de la creación de grandes parques solares todavía han colaborado con la reducción de forma más drástica del coste de las instalaciones solares. Se estima que en el año 2018 el coste fue un 27% inferior al del año anterior. De hecho, se estima que los precios de las instalaciones se han reducido entre 2010 y 2018 un 80%.

Sin embargo, el desarrollo del sector fotovoltaico no deberá llevar consigo una eliminación del sector eólico, sino la búsqueda de sinergias. El Gobierno Indio ha entendido que las instalaciones híbridas aúnan las bondades de ambas fuentes energéticas y suplen sus carencias (por ejemplo, la producción durante las horas nocturnas en el caso de la solar, o la imprevisibilidad de la producción en el caso de la energía eólica).

La apuesta decidida del gobierno indio por la energía solar en detrimento de la eólica se ha visto claramente reafirmada en el hecho de incluir la fabricación de paneles solares entre los sectores incluidos en el *Production Linked Incentive Scheme (PLI)*, mientras que ningún producto eólico ha sido incorporado.

5.3. NECESIDAD DE MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

India ostenta el dudoso honor de contar con nueve de las diez ciudades más contaminadas del planeta según la Organización Mundial de la Salud. La calidad del aire es considerada severamente perjudicial para la salud en más de un 70% de las ciudades indias. Se estima que este factor cuesta más de 1,25 millones de vidas al año.

Uno de los principales factores causantes de este dramático deterioro atmosférico es el uso descontrolado de fuentes de energía contaminantes (combustibles fósiles, químicos, etc.). Su progresiva sustitución por fuentes limpias generará un impacto directo en la calidad del aire de las grandes urbes y mitigarán los efectos nocivos en la salud de sus ciudadanos, así como los costes asociados a los mismos.

Gracias a la enorme reducción de los costes de las energías renovables, no es necesaria la aplicación de costosas políticas de subsidios en su implementación, que lastraron la eficiencia de su puesta en marcha. De hecho, un reciente estudio de la International Renewable Energy Agency (IRENA) estima que el retorno de cada dólar invertido en la sustitución de energías fósiles por energías renovables será de entre 3 y 7 dólares[4].

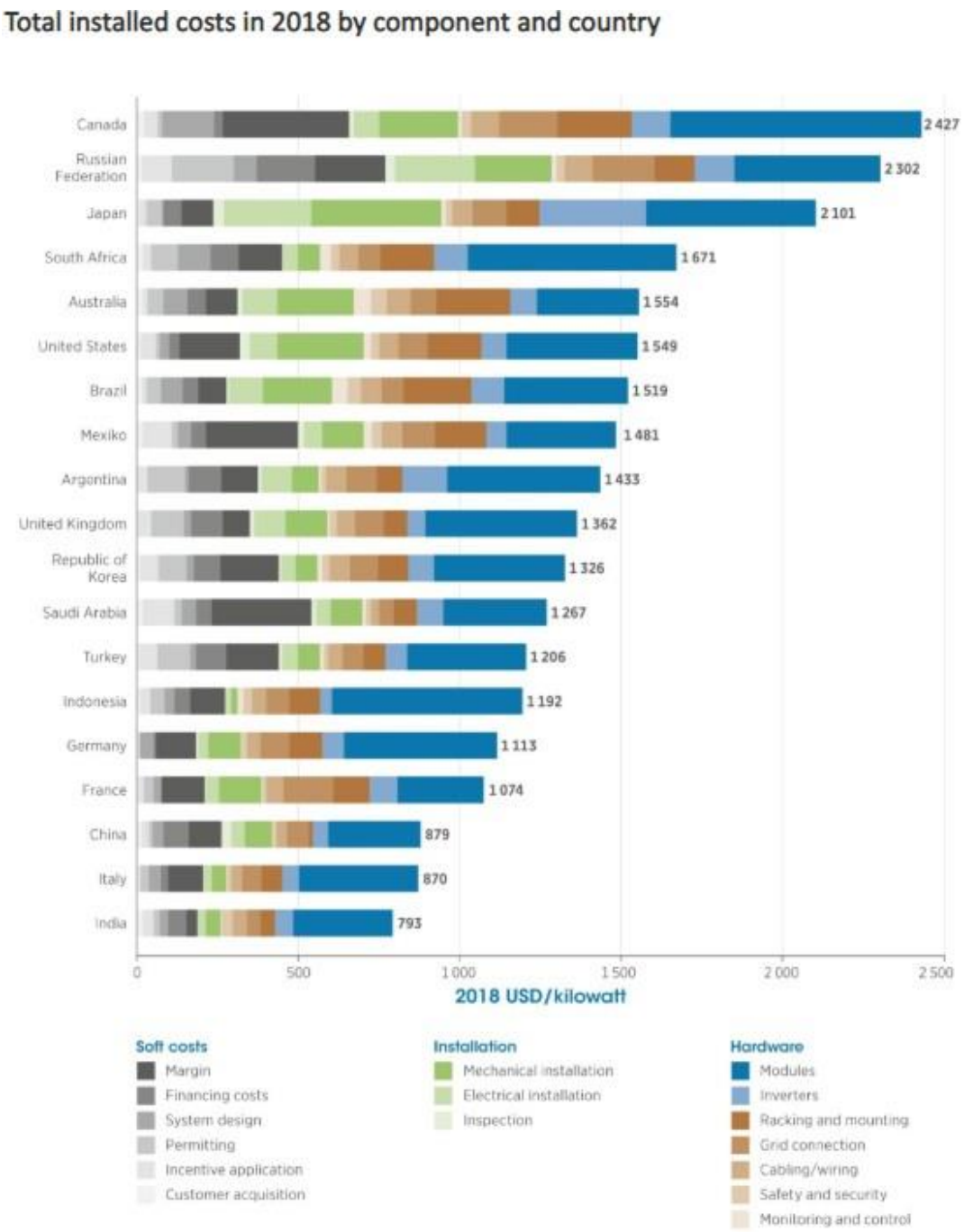
La reducción de gases de efecto invernadero se ha convertido a día de hoy en una de las mayores prioridades de todos los países. Los efectos de las emisiones sobre el cambio climático han dejado de estar cuestionados mayoritariamente gracias a la aparición cada vez más frecuente de episodios climatológicos extremos. India, al igual que muchos otros países firmó los compromisos de la Cumbre por el Clima de París en 2015, comprometiéndose a reducir un 30% sus emisiones contaminantes de 2005 antes del año 2030.

[4] (International Renewable Energy Agency 2019)

La realidad muestra un camino muy lejano a este objetivo. Lejos de reducirse, las emisiones se han duplicado en el periodo 2005-2018, por lo que el camino a recorrer todavía es más ambicioso.

En un país en pleno desarrollo como India, la sustitución de una fuente de energía por otra no es suficiente, ya que su gran ritmo de crecimiento requiere de la adición de nueva capacidad energética que debe ser cubierta a su vez por fuentes renovables.

Ilustración 16: Coste energético por país



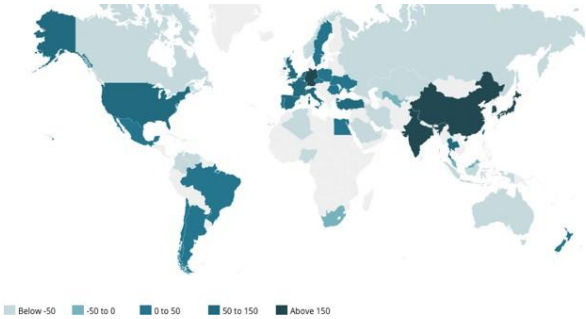
Fuente: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2018

5.4. DEPENDENCIA ENERGÉTICA

Como ha sido señalado con antelación, India es el cuarto mayor importador de petróleo y derivados debido a que no cuenta con fuentes de energía fósiles propias.

Debido a la limitación de recursos propios su dependencia energética del exterior le expone a la volatilidad de los mercados, fluctuaciones cambiarias, así como a los intereses de los países productores.

Ilustración 17: Comercio energético mundial



India está dando grandes pasos hacia la mejora de la eficiencia energética. Según una reciente publicación de la International Energy Agency (IEA) se estima que se ha ahorrado un 15% de la demanda energética debido a la mejora en la eficiencia, lo que ha supuesto una reducción cercana a 300 millones de toneladas de CO_2 en el periodo 2000-18. Uno de los principales programas en este sentido ha sido la introducción de sistemas de iluminación LED en el sector público y el fomento en el consumo privado, así como la puesta en marcha de certificados de eficiencia energética.

Sin embargo, el desarrollo del país empuja en el sentido opuesto. Continuando con las actuales tendencias, la demanda de electricidad se podría llegar a triplicar como consecuencia de la introducción masiva de aparatos eléctricos de uso doméstico. Por ejemplo, se estima que en esa fecha existirán en India 1.000 millones de aparatos de aire acondicionado.

En este sentido, la introducción de las energías renovables como sustituto de las fuentes fósiles lograrán (si se cumplen los objetivos del Gobierno) reducir la factura de importación energética en 190.000 millones de USD en el año 2040 correspondientes a 875 Terawatios/hr, casi la mitad del consumo energético del país.

5.5. VIABILIDAD ECONÓMICA DE TODA LA CADENA DE VALOR

El Gobierno de India indudablemente ha realizado grandes esfuerzos enfocados al desarrollo de las energías renovables en el país al tiempo que iba eliminando paulatinamente los subsidios y ayudas conforme entendía que el sector era autosuficiente.

La implantación del sistema de subastas en el sector eólico a finales de 2016 hizo desplomar los precios hasta un nivel donde la rentabilidad de los proyectos se veía en gran compromiso.

La introducción de límites superiores a las subastas en combinación con otros factores ha generado una situación en la que el sector ve cuestionada la viabilidad de la inversión en el sector eólico lo que ha llevado al aplazamiento de las últimas subastas y el consiguiente desplome en la adición de capacidad.

Desde el punto de vista de los productores energéticos (IPPs) el principal riesgo añadido al precio está originado por los siguientes factores:

- Incertidumbre sobre la disponibilidad de terreno a precio accesible.
- Incertidumbre sobre la conectividad del parque a la red energética una vez concluida la construcción de este.
- Dificultad de encontrar financiación para sus proyectos debido a los continuos impagos por parte de las DISCOMs. Los bancos no aceptan estos proyectos como financiables.
- Pésima situación financiera de las DISCOMs estatales. Necesidad de reflote de las mismas.

Es totalmente indispensable para el resurgimiento del sector que la totalidad de la cadena de valor sea viable de forma sostenida: si cualquier parte de ella no tiene garantizada su viabilidad, el sistema se colapsa en su totalidad.

Hoy en día no parece razonable recuperar los incentivos a la producción o las deducciones fiscales existentes en el pasado, si bien tampoco tiene sentido que permanezcan en el sector fotovoltaico. Las principales medidas deberían ir enfocadas a la creación de un sistema económico garantista (obligación de compra de energía, aseguramiento del cumplimiento de los contratos, etc.) y principalmente la dotación de la infraestructura necesaria para el desarrollo de los proyectos de forma eficiente.

Las últimas noticias anunciadas por el MNRE han sido relativas a la creación de grandes proyectos renovables en Gujarat y Rajasthan. Pese a ser una declaración de intenciones más que una realidad, los proyectos solucionarían una gran cantidad de los problemas mencionados:

- Conectividad a la red.
- Aseguramiento de las condiciones del contrato.
- Disponibilidad de terreno.
- Compra de la energía por parte de la administración central.

6. *Regulación y normativa*

Desde la aprobación del Electricity Act (2003) en la que por primera vez se compilaban en un único marco legal todas las normas existentes, el Gobierno ha ido promulgando numerosas normativas que han regulado la generación, transmisión distribución, venta y utilización de la energía eléctrica.

Esta ley tenía especial importancia habida cuenta que cada estado regulaba de forma independiente la generación energética, por lo que existía una enorme falta de coordinación.

En este marco legal, por primera vez se veían reflejados conceptos que serían los pilares fundamentales del desarrollo de la industria renovable, como el *Feed-in Tariff* o precio de suministro, y el *Generation Based Incentive* (GBI) o subvención por la generación energética.

6.1. GENERATION BASED INCENTIVE (GBI)

Existente hasta el año 2012 y reintroducido de nuevo en 2013 tras una dramática caída del número de proyectos. El programa tuvo como objetivo conseguir la producción de 15.000 Mw desde 2012 hasta 2017, cuando fue definitivamente eliminado. El productor eléctrico recibía un subsidio de 0,50 Rs por Kwh generado procedente de fuentes renovables, incentivando la entrada de inversores internacionales y la creación de grandes empresas privadas en el sector, *Independent Power Producers (IPPs).*

6.2. ACCELERATED DEPRECIATION

Introducida en 1994 con un porcentaje de depreciación del 100% que posteriormente fue reducido al 80% hasta su eliminación en 2012. Al igual que en el caso anterior, el incentivo fue reinstaurado en 2014 hasta su reducción en 2017 hasta el 40%.

El programa permitía al inversor repercutir a los primeros años de vida del proyecto un gran porcentaje del coste de este. Ese beneficio fiscal suponía un gran atractivo para inversores financieros privados con grandes ingresos que buscaban reducir sus beneficios gracias a estas inversiones que permitían ser deducidas en un periodo de tiempo muy corto y por tanto veían reducida su base imponible y trasladaban los beneficios de la operación al futuro.

6.3. RENEWABLE ENERGY CERTIFICATE SCHEME Y RENEWABLE PURCHASE OBLIGATIONS

El Gobierno de India lanzó este programa con el fin de compensar a aquellos estados productores de un gran porcentaje de las energías renovables del país y a su vez forzar a los estados sin capacidad productora a comprar una parte de esta energía producida en otros estados, estableciendo un mínimo de utilización de fuentes renovables dentro del mix energético de cada estado.

Sin embargo, estos mecanismos no han llegado a ser útiles por la incapacidad del Gobierno de conseguir implementarlos eficientemente. Muchos estados no productores han ignorado sus obligaciones RPO sin que hayan sido penalizados por ello.

6.4. REPOWERING POLICY

Con el fin de optimizar la utilización de los mejores emplazamientos eólicos con máquinas más modernas, el Gobierno de India publicó una norma en Junio de 2016, la *Repowering Policy* que afecta a todos los aerogeneradores con capacidad inferior a 1 Mw. Bajo este programa, los productores conseguían un subsidio de un 0,25% de los intereses de su financiación.

6.5. NATIONAL WIND-SOLAR HYBRID POLICY

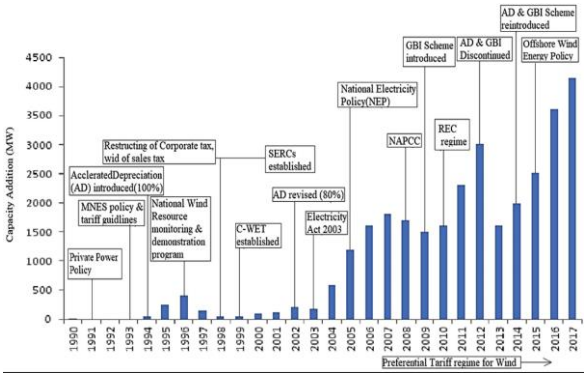
Esta nueva ley promulgada en junio de 2016 por el MNRE tenía como objetivo buscar las sinergias entre las dos fuentes de energía, solar y eólica a fin de obtener una mayor estabilidad en el suministro.

La utilización de torres eólicas cada vez de mayor altura y amplitud de rotores obligaba a separar cada vez más las máquinas quedando un enorme espacio no utilizado. La ley buscaba no tan sólo la mejor utilización de ese

terreno sino también el de las infraestructuras de evacuación de la energía a la red.

El objetivo final de esta ley era la creación de 10 Gw de energía híbrida en el año 2022.

Ilustración 18: Influencia de políticas en crecimiento capacidad eólica



6.6. EL CAMBIO DE REGLAS: WIND BIDDING SCHEME

El año 2017 supuso un punto de inflexión en el sector eólico indio. Hasta esa fecha, con mayor o menor acierto, las diversas políticas implementadas por el Gobierno de India habían contribuido a la creación de un sector eólico maduro, autosuficiente y ampliamente rentable.

Debido a las exigentes normas de calidad requeridas para la producción de aerogeneradores en India, se había procedido a una eficaz transferencia de conocimiento y tecnología hacia el país, y se había desarrollado una completa supply chain en el país.

El mercado eólico estaba dominado por tres actores fundamentales, la española Gamesa y las indias Suzlon e Inox Wind. A cierta distancia ocupaban también un espacio minoritario otros productores como Regen Powertech, Vestas, RRB, Pioneer Windcom, GE, WindWorld, etc.

Durante el año 2017 se produjo el mayor incremento de capacidad eólica de la historia con más de 5.5 Gw. Las empresas afrontaban grandes proyectos de inversión para aumentar su capacidad productiva a fin de asumir un ritmo de crecimiento superior a los 10 Gw anuales.

Sin embargo, el factor que supondría el cambio de tendencia del sector estaba ya subyacente, si bien la totalidad del sector ignoraba las consecuencias que atraería.

Unos meses antes, en junio de 2016, el MNRE había aprobado el sistema *Wind Bidding Scheme* a imagen de lo ocurrido en el sector en muchos otros países. El objetivo era crear una capacidad eólica conectada al sistema de transmisión interestatal a fin de permitir a estados "no eólicos" a comprar energía bajo un modelo de subasta transparente.

La primera subasta de 1 Gw fue otorgada por la SECI (Solar Energy Corporation of India) , el organismo regulador público a nivel nacional, a cinco empresas por un precio de 3,46 Rs/Kwh el 5 de abril de 2017. Tan sólo unos meses antes se habían adjudicado proyectos en el estado de Maharashtra a un precio superior a 5,5 Rs/Kwh, si bien la horquilla de adjudicaciones oscilaba entre 3,5 Rs y 6,14 Rs.

Este desplome de precios no había hecho sino comenzar una carrera suicida por parte de fabricantes y productores energéticos que entraron en pánico.

La segunda subasta fue adjudicada a 2,64 Rs y fue cayendo en sucesivas hasta unos inimaginables 2,43 Rs/Kwh (febrero 2018).

Las consecuencias no tardaron en llegar. Los estados paralizaron la totalidad de las negociaciones bajo Feed-in-tariff viendo la disparidad de precios. De hecho, estados como Andhra Pradesh denunciaron los contratos ya firmados y anunciaron su intención de incumplirlos.

Los adjudicatarios de los proyectos se encontraban con una situación inimaginable en la que debían encontrar la forma de rentabilizar sus inversiones con unos retornos menores.

Los fabricantes de aerogeneradores reaccionaron a la paralización del sector intentando liberarse de todo su stock al precio que fuera, lo cual contribuyó a desplomar todavía más los precios, pero comprometiendo la sostenibilidad de los mismos.

La totalidad de la supply chain del sector eólico sufría las consecuencias de la presión a la baja de los precios intentando compensar los precios de producción, pero inevitablemente se produjo una crisis dramática que llevó a la parada en los centros productivos, despidos masivos, etc.

El Gobierno indio no fue capaz de entender la magnitud del problema y lejos de enmendar el error se congratulaba de la brutal reducción de los precios conseguida gracias a su nueva política.

Desde 2017 hasta la actualidad las autoridades han ignorado la realidad de la situación y han sobreestimado la capacidad de reacción del mercado. De hecho han incrementado sus objetivos para el año 2022 hasta los 250 Gw de energías renovables y 450 Gw en el año 2030.

Tan solo hace unas semanas, ante la obstinada evidencia de los datos de incremento de capacidad anual, el Gobierno Indio ha comenzado a asumir que deberá cambiar las normas de las subastas a fin de hacerlas atractivas para el inversor.

De hecho, 2019 fue un año demoledor en relación con las subastas energéticas. Varias subastas fueron suspendidas por no llegarse a un mínimo de inversores interesados en ellas. Todas ellas incorporaban un precio máximo de Kwh (entre 2,85 Kwh y 2,93 Kwh).

7. Instituciones y asociaciones

India cuenta desde el 2002 con su propio *Ministry of New and Renewable Energy* (MNRE), que promueve, gestiona e impulsa las energías renovables en India, un instituto tecnológico (NIWE) y varias asociaciones sectoriales, siendo dos de ellas las más relevantes, *Indian Wind Turbine Manufacturing Association* (IWTMA) y *Association Indian Wind Power Association* (IWPA).

Tabla 2: Instituciones y asociaciones sectoriales

Organismo	Detalles de contacto
MNRE Ministry of New and Renewable Energy	207, Block 14, CGO Complex, Lodi Road New Delhi 110003 T: +91 1124368901 Email: as.mnre@gov.in https://mnre.gov.in
NIWE National Institute of Wind Energy	Velachery – Tambaran Main Road. Pallikaranai, Chennai 600100 T:+91 4422463981 Email: dg.niwe@gov.in https://niwe.res.in
IWTMA Indian Wind Turbine Manufacturing Association	Transit House, C-1, Second floor, Soami Nagar, New Delhi 110017 T: +91 1141814744 Email: secretarygeneral@indianwindpower.com https://www.indianwindpower.com
IWPA Association Indian Wind Power Association	Door E, 6thFloor,Shakti Towers-1 766, Anna Salai, Chennai 600002 T: +91 44 45504036 Email: iwpahq@windpro.org https://windpro.org/index.html

8. OEMs

8.1. OEMS NACIONALES E INTERNACIONALES

Tras tres décadas de continuo crecimiento, el sector se enfrenta a un momento crítico. El sector parece haber perdido su "momentum" y la tardanza por parte del Gobierno Indio para emprender medidas correctoras ha tenido ya consecuencias catastróficas para numerosas empresas.

El nuevo escenario del sector eólico originado tras el establecimiento del sistema de subasta ha supuesto un cambio disruptivo del statu quo anterior.

Las reglas del juego y en muchos casos los actores han cambiado:

- Fabricantes que otrora lideraron el sector se encuentran al borde de la quiebra, como Suzlon. Otras, ni siquiera han podido superar estos tres años de paralización total y han sucumbido, como son los casos de Regen Powertech, RRB o Leitwind.
- Empresas indias líderes del sector como Suzlon, Inox Wind o Regen Powertech se han visto abocadas a cerrar plantas productivas y a sortear una dramática situación financiera.
- Tras cerrar su primera planta productiva, Regen Powertech intentó limitar sus gastos enfocando su línea de negocio a las operaciones de mantenimiento, paralizando la producción de aerogeneradores en su planta de Andhra Pradesh. Sin embargo, los ingresos originados no fueron suficientes para compensar sus gastos y reducir su endeudamiento, lo que llevó a la empresa a incumplir sus obligaciones financieras. A finales del 2019 la empresa tuvo que declararse insolvente. El National Company Law Tribunal dictó el 9 de diciembre de 2019 un laudo para que sus acreedores soliciten el reembolso de sus deudas con carácter previo a su liquidación.
- Otras empresas indias más pequeñas como RRB, Pioneer Windcom, Windworld, Winwind, Leitwind, Indowind… han seguido los mismos derroteros. Se estima que de los 21-22

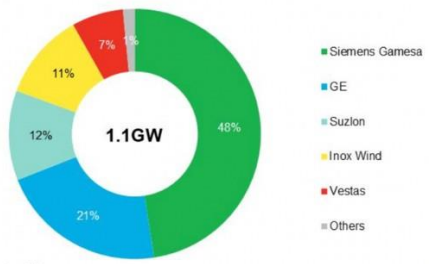
fabricantes existentes en 2016, no más de 6-7 permanecen todavía plenamente operativos.[5]

- Los nuevos actores del sector son mayoritariamente empresas internacionales con mayor resiliencia a la coyuntura. De hecho, la coyuntura turbulenta ha permitido el posicionamiento en el mercado a nuevos players cuyo rol anterior era totalmente secundario, como son Nordex Acciona, Envision o Enercon.
- Empresas internacionales como Gamesa, Acciona, GE, Vestas, Enercon o Senvion, han podido suplir el desplome experimentado en el mercado local gracias a las exportaciones desde sus plantas indias. Se estima que actualmente se están exportando en torno a 500 millones de USD, si bien, esta cifra está tremendamente por debajo de la capacidad instalada de sus centros productivos. Todos ellos han sufrido las consecuencias de haber afrontado gigantescas inversiones orientadas a abastecer la demanda prevista en base al crecimiento experimentado entre 2013 y 2017.
- Debido a la escasa relevancia del mercado local en los últimos años, varios fabricantes de aerogeneradores han apostado por centrar todos sus esfuerzos en el mercado internacional, desarrollando una importante capacidad productiva que no tiene su reflejo en el market share del mercado local.

8.2. CUOTA DE MERCADO

Ante la falta de competencia local, Siemens Gamesa ha afianzado su posición de líder del sector junto con nuevos actores internacionales como GE o Vestas que han conseguido una cuota de mercado anteriormente ocupada principalmente por Suzlon. Es todavía incierto el papel que puede jugar en el futuro la empresa china Envision, recientemente instalada en India y que se verá muy perjudicada por las restricciones a la importación de determinados elementos.

Ilustración 19: Cuota de mercado de fabricantes de aerogeneradores 2020



Fuente: Bloomberg NEF (2021)

8.3. OEMS INCLUIDOS EN LA RLMM

Los siguientes OEMs están incluidos en *el Revised List of Models and Manufacturers of Wind Turbines* (RLMM) del MNRE. [6]

SIEMENS GAMESA

SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY				
Capacidad instalada		**Cuota de mercado**		
6,2 GW (2019)		48%		
Modelos Homologados (RLMM)				
Model Name	**Rotor Dia (RD) (m)**	**Hub Height (HH) (m)**	**Tower Type**	**Capacity (kW)**
G97-2.0MW 50Hz	97	104/108	Tubular Steel	2000
G97-2.0MW 50Hz	97	90/104/108	Tubular Steel	2000
G114-2.0MW	114	106/110 (with a pedestal)	Tubular Steel	2000
SG 2.1-122 Rotor Blade Type SGRE 122 CS /LM 60.0 P 108 m / 127 m HH IEC WT class S	122	108/ 127	Tubular Steel	2100
SG 2.2-122	122	108/127	Tubular Steel	2200
SG 3.4-145	145	127,5	Tubular Steel	3465
SG 3.6-145	145	127,5	Tubular Steel	3600
Fábricas (Nacelle / palas)		**Mapa**		
Fábrica de palas: • 2 Nellore, Andhra Pradesh • 1 Halol, Gujarat Fábrica de nacelle: • 1 Chennai, Tamil Nadu				

[5] (Jhawar, Renewable energy: Why competitive bidding did not help wind power 2020)

[6] Ver en Anexo III el detalle de la RLMM, a fecha 9.04.2021.

GENERAL ELECTRIC

Capacidad Instalada	Cuota de mercado
1,8 GW	21%

Modelos Homologados (RLMM)

Model Name	Rotor Dia (RD) (m)	Hub Height (HH) (m)	Tower Type	Capacity (kW)
GE 2.3-116, LM56.9, GE56.9,HH 94m, 50 Hz	116	94	Tubular Steel	2330
GE 2.4-116, LM56.9P, HH 94m, 50 Hz	116	94	Tubular Steel	2430
GE 2.5-132, GE64.5 / LM64.6P, HH94 & 130m, 50Hz IEC S (STW / CWE)	132	130 / 94	Tubular Steel	2530
GE 2.5-132, GE64.5 / LM64.6P, HH94 & 130m, 50Hz IEC S (STW / CWE)	132	130 / 94	Tubular Steel	2530
GE 2.7 - 132	132	130 / 94	Tubular Steel	2730

Fábricas (Nacelle / palas)	Mapa
Fábrica de palas, torres y generadores: • 1 Pune, Maharashtra	

SUZLON

Capacidad Instalada	Cuota de mercado
12.900 MW	12%

Modelos Homologados (RLMM)

Model Name	Rotor Dia (RD) (m)	Hub Height (HH) (m)	Tower Type	Capacity (kW)
SUZLON S111 DFIG 2.1 MW (50 Hz)	111,8	90/120/140	HH 90m–Tubular Steel & HH 120/140 m - Hybrid Lattice Tower	2100
SUZLON S120 DFIG 2.1 MW (50 Hz)	120	105/120/140	HH 105m & 120m - Tubular Steel Tower, HH 140m-Hybrid Lattice Tower, HH 140m - Hybrid Concrete Tower	2100
S128 2.6 MW/ 2.8 MW	129	105 / 140	HH 105m - Tubular Steel Tower, HH 140m - Hybrid Lattice Tower	2600/ 2800

Fábricas (Nacelle / palas)	Mapa
Fábrica de palas: • 1 Anantpur, Uttar Pradesh • 1 Badnawar, Madhya Pradesh • 1 Bhuj, Gujarat • 1 Daman, Dadra and Nagar Haveli and Daman and Diu • 1 Dhule, Maharashtra • 1 Jaisalmer, Rajastán • 1 Padubidri, Karnataka • 1 Puducherry, Tamil Nadu Fábrica de nacelle: • 1 Daman, Dadra and Nagar Haveli and Daman and Diu • 1 Padubidri, Karnataka • 1 Puducherry, Tamil Nadu	

Suzlon, el principal fabricante indio de aerogeneradores ha visto como perdía casi la totalidad de su valor bursátil después de fracasar su venta al gigante danés Vestas. La empresa, a fin de evitar su caída en la bancarrota, ha debido renegociar su inmensa deuda con los bancos a cambio de participaciones sociales y un enorme plan de venta de activos. Pese a ello, sus acciones se han desplomado hasta mínimos históricos.

Ilustración 20: Cotización bursátil SUZLON

INOX WIND

Capacidad instalada	Cuota de mercado
-	11%

Modelos Homologados (RLMM)

Model Name	Rotor Dia (RD) (m)	Hub Height (HH) (m)	Tower Type	Capacity (kW)
Wind Turbine Inox Wind DF/2000/113 Rotor Blade WB552-2.0 Hub Heights 92m and 120m, GL WTC IIIA	113	92/120	HH 92 m – Tubular Steel, HH 120 m – Hybrid tower with tubular steel sections and concrete bottom	2000
Inox Wind DF/2000/100 Rotor Blade WB48.8-2.0-3 Hub Height 80m and 92m, GL WT Class IIIB	100	80/92	Tubular Steel Tower	2000

Fábricas (Nacelle / palas)	Mapa
Fábrica de rotor y palas: • 1 Ahmedabad, Gujarat • 1 Barwani, Madhya Pradesh Fábrica de nacelle y hubs: • 1 Una, Himachal Pradesh	

La segunda empresa india en cuanto a capacidad instalada ha experimentado un similar desplome de valor bursátil, después de tener que paralizar la actividad productiva de su planta de Ahmedabad, al igual que ocurrió en el caso de los otros fabricantes indios (Suzlon en Karnataka y Regen en Udaipur). La acumulación de una enorme deuda de más de 200 millones de euros como consecuencia de numerosos periodos consecutivos de pérdidas ha hecho llevar a la empresa a perder el atractivo para sus inversores hasta perder una gran parte de su valor.

Ilustración 21: Cotización bursátil INOX WIND

VESTAS

Vestas				
Capacidad Instalada		**Cuota de mercado**		
2,5 GW		7%		
Modelos Homologados (RLMM)				
Model Name	**Rotor Dia (RD) (m)**	**Hub Height (HH) (m)**	**Tower Type**	**Capacity (kW)**
Vestas V100-2MW 50 Hz VCS Mk10	100	75/80/95/100	Tubular Steel	2000
Vestas V120 2.0/2.1/2.2 MW 50Hz VCS Mk11	120	118	Tubular Steel	2000/2100/ 2200
Fábricas (Nacelle / palas)		**Mapa**		
Fábrica de palas: • 1 Ahmedabad, Gujarat Fábrica de nacelle: • 1 Chennai, Tamil Nadu				

NORDEX-ACCIONA

NORDEX acciona Windpower				
Capacidad Instalada		**Cuota de mercado**		
164 MW		-		
Modelos Homologados (RLMM)				
Model Name	**Rotor Dia (RD) (m)**	**Hub Height (HH) (m)**	**Tower Type**	**Capacity (kW)**
AW125/3000 IEC IIb TH120 AW61.2-2 50 Hz	125	120	Tubular Reinforcement Concrete Tower	3000
AW140/3000 IEC S TH120 AW 68.7 50 Hz	140	120	Tubular Reinforcement Concrete Tower	3000
Fábricas (Nacelle / palas)		**Mapa**		
Fábrica de nacelle: • 1 Chennai, Tamil Nadu				

ENVISION ENERGY

Envision				
Capacidad Instalada		**Cuota de mercado**		
-		-		
Modelos Homologados (RLMM)				
Model Name	**Rotor Dia (RD) (m)**	**Hub Height (HH) (m)**	**Tower Type**	**Capacity (kW)**
EN 115 2.3 MW IEC IIIA	115,9	90,32	Tubular Steel	2300
Envision EN2.5-131 50Hz IEC S HH120	131	100 / 120	Tubular Steel	2500
Fábricas (Nacelle / palas)		**Mapa**		
Fábrica de nacelle y hubs: • 1 Pune, Maharashtra				

SENVION

SENVION wind energy solutions				
Capacidad Instalada		Cuota de mercado		
-		-		
Modelos Homologados (RLMM)				
Model Name	Rotor Dia (RD) (m)	Hub Height (HH) (m)	Tower Type	Capacity (kW)
Senvion 2.3M120 - 2300kW Rotor Blade Type - LM58.7P and LM58.7P5 HH 120m IEC WT Class S (Based on IIIB)	120	120	Tubular Steel	2300

9. IPPs

La mayoría de los proyectos ejecutados en India son desarrollados por grandes productores de energía independientes (IPP, *Independent Power Producers*). Los más importantes son empresas locales que mantienen acuerdos con agencias de financiación extranjeras, y que pueden llegar a invertir más de 100 Mw al año.

En general, los IPPs dependen de los fabricantes de turbinas para soluciones llave en mano, aunque un número reducido de los mismos también tienen sus propios EPCs (*Engineering, Procurement and Construction*).

Tabla 3: Principales IPPs en India[7]

Nº	IPP Name
1	ReNew Power Ventures Pvt Ltd
2	Greenko Group
3	Adani Green Energy Ltd
4	Sembcorp Green Infra Ltd - Sembcorp Group
5	Mytrah Energy
6	Torrent Power - Torrent Group
7	CLP India Pvt Ltd
8	Sprng Energy - Actis Group
9	Continuum Wind Energy Pvt Ltd
10	Leap Green Energy Pvt Ltd
11	Hero Future Energies Pvt Ltd - Hero Group
12	Tata Power Renewable Energy - Tata Group
13	SB Energy-Softbank Group
14	EDFRenewable-Sitac Group
15	Enel Green Power
16	Alfanar Energy - Alfanar Group
17	Engie Group
18	Vena Energy
19	Ecoren Energy India Pvt Ltd
20	Orient Green Power Company Ltd
21	Powerica Ltd
22	Nupower Renewables Pvt. Ltd.
23	Atria Power
24	Enerfra Projects Pvt Ltd
25	Colruyt Group

[7] Anexo IV: Listado de las principales IPPs en India

Analizando la capacidad instalada, se observa que casi el 70% de los proyectos se concentran en sólo seis IPPs: Renew Power, Greenko Group, Sembcorp Green Infra, Mytrah Energy, Tata Power Renewable y CLP India:

Tabla 4: Capacidad energética instalada de las principales IPPs

IPP Name	Total Installed Capacity (MW)
ReNew Power Ventures Pvt Ltd	3300
Greenko Group	3192
Sembcorp Green Infra Ltd - Sembcorp Group	1598
Mytrah Energy	1327
Tata Power Renewable Energy - Tata Group	932
CLP India Pvt Ltd	925
Leap Green Energy Pvt Ltd	751
Hero Future Energies Pvt Ltd - Hero Group	587
Continuum Wind Energy Pvt Ltd	552
Adani Green Energy Ltd	497
Torrent Power - Torrent Group	482
Orient Green Power Company Ltd	425
Vena Energy	414
Sprng Energy - Actis Group	350,5
EDFRenewable-Sitac Group	270
Powerica Ltd	203
Nupower Renewables Pvt. Ltd.	177
Atria Power	175
Enel Green Power	172
Ecoren Energy India Pvt Ltd	150
Engie Group	82
Colruyt Group	40

Si se analiza la capacidad licitada, se observa que aparecen, junto a los anteriores IPPs, nuevos IPPs en las primeras posiciones, como es el caso de Adani Green Energy y Sprng Energy-Actis Group.

Tabla 5: Capacidad energética licitada de las principales IPP

IPP Name	Auction Secured Capacity (MW)
Adani Green Energy Ltd	2510
ReNew Power Ventures Pvt Ltd	2244
Mytrah Energy	950
Sembcorp Green Infra Ltd - Sembcorp Group	800
Sprng Energy - Actis Group	797
SB Energy-Softbank Group	775
Torrent Power - Torrent Group	739
Alfanar Energy - Alfanar Group	600
Continuum Wind Energy Pvt Ltd	550
EDFRenewable-Sitac Group	500
Engie Group	480
Enel Green Power	475
Hero Future Energies Pvt Ltd - Hero Group	375
Ecoren Energy India Pvt Ltd	300
CLP India Pvt Ltd	250
Leap Green Energy Pvt Ltd	250
Greenko Group	200
Powerica Ltd	150
Vena Energy	100
Enerfra Projects Pvt Ltd	40

Casi el 70% de los proyectos instalados y licitados se concentran en ocho IPPs:

Tabla 6: Capacidad energética instalada y licitada de las principales IPPs

IPP Name	Total Installed + Auction Capacity (MW)
ReNew Power Ventures Pvt Ltd	5544
Greenko Group	3392
Adani Green Energy Ltd	3007
Sembcorp Green Infra Ltd - Sembcorp Group	2398
Mytrah Energy	2277
Torrent Power - Torrent Group	1221
CLP India Pvt Ltd	1175
Sprng Energy - Actis Group	1147,5

10. Ferias sectoriales

Windergy India y *Renewable Energy India Expo* son las ferias sectoriales referentes en el sector de energías renovables en India:

10.1. WINDERGY INDIA 2022

Windergy es la principal feria en India dirigida exclusivamente al sector eólico.

Su última edición tuvo lugar en 2017. En 2018 y 2019 la feria fue suspendida por la paralización del sector. La edición de 2020 y recientemente la de 2021, prevista en abril, fueron suspendidas a causa de la Covid.

- Web: www.windergy.in
- Última edición; 2017.
- Fecha: abril 2022 (días sin definir).
- Duración: 3 días.
- Ubicación: New Delhi (recinto sin definir).
- Edición: 4º.
- Formato: Presencial.

10.2. RENEWABLE ENERGY INDIA EXPO

Se trata de una de las mayores ferias del sector de energías renovables celebrada en India. El evento se enfoca principalmente en la energía solar.

Su última edición tuvo lugar en 2019 y contó con 729 participantes y cerca de 37.000 visitantes.

- Web: www.renewableenergyindiaexpo.com
- Fecha: 15-17 septiembre 2021.
- Ubicación: India Expo Centre, Greater Noida.
- Edición: 14º.
- Formato: Presencial.

De forma adicional, se celebrarán el 5 y 6 de agosto de 2021 la *Renewable Energy India e- Expo*. Se trata de la versión online de la feria. Ofrece a las empresas la posibilidad de reunirse con su público objetivo además de asistir a conferencias.

11. Obstáculos en el desarrollo de la energía eólica en India

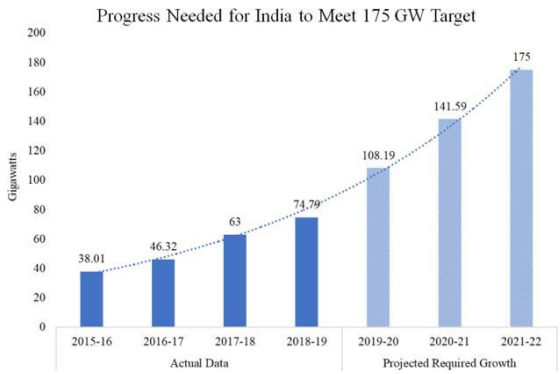
Los gigantes eólicos y solares en general están perdiendo interés en la incoherente India. A finales del pasado año 2019, la principal agencia de rating india, CRISIL, realizó un informe en el que señalaba su falta de confianza sobre el cumplimiento de los objetivos del Gobierno Indio.

India está en camino de "no cumplir" sus objetivos de energía renovable para 2022, dijeron sus analistas tan solo unas semanas después de que el primer ministro Narendra Modi prometiera incrementar más del doble de sus objetivos a largo plazo. (450 Gw en 2030).

Los desarrolladores están rápidamente "perdiendo interés" en el sector de las energías renovables de la India en medio de múltiples desafíos políticos. Se espera que la industria renovable se quede al menos un 42% por debajo de su objetivo de tener 175 GW instalados para 2022.

El 13 de febrero de 2013, un Comité del Parlamento Indio (*Parliamentary Standing Committee*) recriminó al MNRE su incapacidad para llevar a cabo la adición de energía renovable necesaria para alcanzar los objetivos de 2022. Según estimaciones del Comité la adición en los últimos años había sido de 11,3 Gw vs 16,5 de objetivo (2016), 11,8 Gw vs 14,4 Gw (2017) y 8,5 Gw vs 15,3 Gw (2018). Similares cifras provisionales estaban siendo reflejadas en el presente año fiscal (termina en 3/20) en el que la capacidad añadida tan sólo supone un 40% del objetivo.

Ilustración 22: Desfase de ritmo de generación eólica



En lo referente a la energía eólica, el Comité recrimina al MNRE haber permitido que se perdiera el "momentum", ya que tras haber excedido el objetivo en el año 2016 (137%), en los siguientes tan sólo se alcanzaron un 47% y un 37% respectivamente (al igual que va a ocurrir en el presente).

El punto de inflexión de esta situación puede estar a punto de suceder si para ello se alinean todas las diferentes administraciones y actores del mercado. Las noticias aparecidas durante el mes de febrero de 2020 parecen augurar un cambio de panorama en el sector gracias a la mayor implicación de los diferentes estados y sobre todo a una concienciación por parte del MNRE del estado actual del sector.

Entre los principales signos de cambio de rumbo podemos citar:

- Anuncio del MNRE de la creación de 50 Gw en dos "*ultra-mega parks*" en los estados de Gujarat y Rajastan.
- Obligatoriedad para las Discoms de compra de energía renovable desde las IPPs vía Carta de Crédito a fin de evitar impagos.
- Inyección de fondos por parte de varios estados para reflotar sus Discoms estatales.
- Anuncios de nuevas negociaciones mediante tarifas *Feed-in* de los estados de Rajasthan, Madhya Pradesh y Tamil Nadu, tras casi tres años de paralización en todo el país.
- Eliminación del tope máximo de precio de subasta en las futuras subastas SECI
- Sentencias contra las Discoms forzándoles al pago de su deuda con los productores.

Tan sólo unos meses antes, el NIWE (*National Institute of Wind Energy*) publicó un nuevo estudio realizado[8] en el que evaluaba la capacidad eólica del país medida a 120 metros en 695 Gw, lo cual suponía un gran salto con respecto a la anterior medición realizada a una altura de 100 m en la que se cuantificaba la capacidad eólica del país en 302 Gw.

La capacidad eólica india está estimada en 695 Gw. Sólo está utilizada en un 5%

Habida cuenta que la totalidad de los fabricantes de aerogeneradores que sobreviven en el mercado indio cuentan con máquinas iguales o superiores a las de las mediciones realizadas, cabe inferir que los 38 Gw actuales no son sino una pequeñísima porción de la capacidad del país de generación de energía eólica.

Como ha sido expuesto con anterioridad, el principal obstáculo para el desarrollo de la energía eólica en India viene determinada por la falta de coherencia y visión por parte del Gobierno, que está generando un errático comportamiento del sector.

Sin embargo, existen muchos otros obstáculos de diversa naturaleza que se pueden categorizar en las siguientes áreas:

11.1. BARRERAS TÉCNICAS

- Incapacidad para la realización de I+D dentro del país debido a la falta de instalaciones e instituciones adecuadas para ello. [9]
- Dependencia total de tecnologías europeas y más aún de fabricantes extranjeros, a consecuencia de la crisis anteriormente expuesta.
- Falta de estabilidad del suministro eléctrico. Falta de mecanismos de predicción eficientes de la cantidad de energía a suministrar a la red. Estos factores generan una falta de coordinación con otras fuentes de energía y por tanto ineficiencias. Con la reciente implantación de medidas de forecasting en el

[8] (National Institute of Wind Energy (NIWE) 2020)

[9] El NIWE tiene suscritos acuerdos con el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) con este fin

estado de TN, se pasó de 7 Gw/h de energía suministrada en 2016/17 a 12 Gw/h en 2017/18.

- Existencia de recortes al suministro energético renovable por parte de las DISCOMS. Durante muchos años se ha estimado la existencia de un "curtailment" más o menos encubierto de no menos de un 25% de la energía eólica. Básicamente el hecho de no penalizar el incumplimiento de las obligaciones de suministro renovable lleva a los operadores energéticos a "cerrar el grifo" de las energías renovables cuando existe una fuente de suministro más barata que abastezca la demanda existente. Obviamente, la "no generación" de energía penaliza los retornos de las inversiones.

11.2. BARRERAS ECONÓMICO-FINANCIERAS

- Las inversiones en parques eólicos requieren de una inversión muy elevada que requiere de retornos inmediatos y constantes, así como el acceso a una fuente de financiación a precios competitivos.
- La crisis de los últimos años ha tenido adversas consecuencias en el Rating de las empresas productoras que han visto dificultadas el acceso al crédito.
- Las dramáticas rebajas en el precio del Kw/h han llevado consigo a un perjuicio en los retornos de los inversores. Si en 2015 un inversor recuperaba la totalidad del coste en 6 años, ahora requiere no menos de 15 para ello.
- La competencia basada en precio está poniendo en riesgo la rentabilidad del sector y complicando la viabilidad de las operaciones financieras.

11.3. BARRERAS SOCIOECONÓMICAS

A menudo las barreras sociales son muy importantes en el desarrollo de la industria eólica debido al evidente impacto visual y ambiental de una instalación de este tipo. En muchos casos, las comunidades locales se oponen al desarrollo de estas instalaciones alegando razones históricas o de preservación del patrimonio.

En otros casos, y en países como India adquiere especial relevancia, el transporte de componentes de enormes dimensiones por carreteras poco preparadas y en muchos casos atravesando poblaciones, es todo un reto logístico.

El enorme déficit de infraestructuras en India obliga a que los instaladores de las máquinas requieran en muchos casos adecuar las propias carreteras a fin de reforzarlas o de ampliar su trazado.[10]

11.4. BARRERAS POLÍTICAS

- Inestabilidad del marco regulatorio: prácticamente cada año desde 2012 están cambiándose las reglas del juego, quitando y añadiendo incentivos o sistemas de fijación de precios. Esto genera una gran incertidumbre.
- Discriminación de los incentivos existentes en el sector eólico en comparación con los existentes en el fotovoltaico, pese a que el precio de producción está equiparado.
- La intervención del gobierno sobre el precio de venta de la energía eólica no permite encontrar un equilibrio razonable entre oferta y demanda, lo que ha llevado a la paralización del mercado.

11.5. BARRERAS DEL MERCADO

- Deficiencias en el sistema de transmisión (conectividad) de los parques eólicos.
- Falta de incentivos a los estados para proporcionar los terrenos necesarios para el desarrollo de los proyectos debido a que esa energía será posteriormente conectada a la red transestatal.
- Ineficiencia en el marco regulatorio para forzar a los estados a la compra de energía renovable (RPO).
- Las operadoras estatales (DISCOMs) estrangulan financieramente todo el sector debido a su pésima condición financiera.

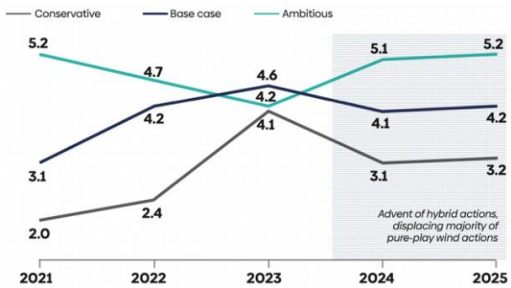
[10] (Sanjeev Kulkarni 2018)

12. Análisis de tendencias

12.1. MERCADO CONDICIONADO POR EL PRECIO

Es absurdo pensar que el supuesto relanzamiento de la actividad productiva vaya a suponer una vuelta al statu quo de 2016. Indudablemente los precios que se fijarán estarán por debajo de la barrera de los 3 Rs/kwh, muy lejos de los contratos a 4,3 y 4,5 Rs que se fijaban años atrás. Por consiguiente, la presión para reducir precios de venta se transmitirá a lo largo de toda la cadena productiva.

Ilustración 23: Previsiones de crecimiento del sector GWEC 2021



Fuente: Wind: GWEC INDIA & MEC+ (2021)

Los proveedores deberán asumir la responsabilidad de ser extremadamente competitivos en sus suministros a los fabricantes de aerogeneradores, ya que, indudablemente, los mismos optarán por alternativas más baratas que cumplan las especificaciones requeridas sobre los proveedores de mayor fiabilidad o prestigio.

Empresas como Vestas, históricamente habían primado la adquisición de componentes procedentes de proveedores regulares de su empresa matriz, y generalmente con altos requerimientos de calidad.

Otras empresas, como Acciona, tuvieron una dependencia muy elevada de la importación de componentes mientras que sus departamentos de calidad y compras realizaban la validación de proveedores locales.

Estos planteamientos indudablemente no tendrán futuro en el panorama que es plantea, y sin duda deberán prevalecer aquellos que supongan una fabricación lo más local posible, vía implantación propia o colaboración con una empresa local.

En el caso de las importaciones, sin duda ganarán peso aquellas importaciones que se realicen desde otros mercados competitivos en el precio, como puede ser el mercado chino. Esta opción, sin duda, estará condicionada también a la política que el gobierno indio desee tener sobre las barreras proteccionistas ya impuestas durante los años precedentes, donde se establecieron diversas medidas antidumping contra las importaciones chinas.

12.2. OFF-SHORE

Los 7.600 Kms de costa india ofrecen un enorme potencial para el sector eólico off-shore. India está comenzando a dar pasos decididos enfocados en el desarrollo antes de 2030 de más de 30 Gw eólicos off-shore.

Indudablemente India está todavía en una fase muy preliminar de este proyecto y presenta un enorme desfase en cuanto al desarrollo de infraestructuras y capacidad para poder garantizar este desarrollo.

Sin embargo, el interés demostrado por todos los actores del sector es un comienzo muy alentador.

Durante la última década, el gobierno indio ha realizado diversos estudios a fin de determinar cuáles serían las ubicaciones más interesantes para la ubicación de proyectos piloto, habiéndose determinado que la costa de Gujarat y la zona sur de Tamil Nadu ofrecen las mayores posibilidades.

Inicialmente en 2019 y posteriormente en 2020, India firmó un protocolo de colaboración con Dinamarca para desarrollar conjuntamente esta tecnología.

Entre los obstáculos de esta tecnología en India, el principal se encuentra en el acceso a la enorme financiación necesaria para el desarrollo de estos gigantescos proyectos. En especial será imprescindible el acceso *a Viability Gap Funds* en el caso de los primeros proyectos piloto, que cubran los sobrecostes requeridos a fin de allanar el camino a futuros proyectos.

12.3. REPOWERING

Al igual que ocurre en otros países, las mejores localizaciones eólicas se encuentran cubiertas de aerogeneradores de muy escasa capacidad al final de su vida útil. Más aún, muchos de estos aerogeneradores de menos de 500 Mw y alturas inferiores a 30 m presentan numerosos problemas técnicos que resultan en factores de utilización (CUF) inferiores al 15%.

El *repowering* implica la sustitución o modernización de estas máquinas antiguas por otras más modernas, con tecnología más eficiente y con alturas y envergadura muy superiores.

En 2016 el MNRE publicó una normativa a fin de regular la necesidad de *repowering* de proyectos obsoletos, que fue seguido posteriormente por normativas similares en varios estados. Sin embargo, pese a existir este marco normativo, la aplicación de este ha sido muy escasa hasta la fecha.

12.4. SISTEMAS HÍBRIDOS EÓLICOS-SOLARES

En el último año, los proyectos híbridos han ganado un lugar destacado en el sector indio, ya que representan más de 6 GW de capacidad adjudicada, superando a las subastas eólicas.

Los motivos son diversos, por un lado, las limitaciones relacionadas con la disponibilidad de terrenos de alta productividad con conexión a la red, particularmente en Gujarat y Tamil Nadu, y por otro, el despliegue agresivo de nuevos parques solares por parte de los siete estados ricos en recursos eólicos.

Frente a estas limitaciones, los proyectos de energía híbrida eólica-solar (*wind-solar hybrid*, WSH) han ganado una atención cada vez mayor, ya que permiten optimizar el uso de la tierra y los recursos de la red.

El MNRE anunció por primera vez su política híbrida eólica-solar nacional en 2018, estableciendo una participación mínima de tecnología solar o eólica del 25% para que un proyecto se defina como WSH. Según esta política, los proyectos de WSH deben tener un punto de interconexión de red común.

Muchos gobiernos estatales siguieron su ejemplo publicando sus propias políticas de WSH, ofreciendo exenciones adicionales en forma de exenciones de aranceles o tasas.

En total, ya se han realizado subastas de más 15 GW de capacidad para proyectos de WSH, de los cuales se han asignado 6,26 GW que se espera que estén operativos en el 2023 (ver tabla). La capacidad adjudicada incluye al menos 4 GW de energía eólica, ya que se espera que las empresas adjudicatarias opten por una fórmula con mayor peso de la modalidad eólica a fin de obtener el factor de capacidad exigido (CUF)

Ilustración 24. Resultados subastas híbridas

Indian wind-solar hybrid tenders for 200MW-plus

Tender	Launch date	Capacity available (MW)	Capacity awarded (MW)	Lowest tariff (INR/kWh)	Winners
SECI WSH tranche 1	06/18	1,200	840	2.67	SB Energy (Softbank Group) 390MW Adani Green (Adani Group) 450MW
SECI WSH tranche 2	03/19	1,200	720	2.69	Adani Green (Adani Group) 600MW ReNew Power 120MW
Adani Electricity (private)	07/19	700	700	3.24	Adani Green 700MW
SECI WSH with storage peak tender	08/19	1,200	1,200	6.85	Greenko Group 900MW ReNew Power 300MW
SECT RTC 1 tender	10/19	400	400	2.9	ReNew Power 400MW
SECI WSH tranche 3	01/20	1,200	1,200	2.42	ABC Renewables (Axis Energy) 380MW Adani Green (Adani Group) 600MWAmp energy 130MWAcme Solar 90MW
SECI RTC 2 tender	03/20	5,000			Awaiting results
SECI tranche 9 (WSH with 80% wind)	03/20	2,500	970	2.99	Vena Energy 160MW JSW Solar 810MW
Tata Power (private)	06/20	225	225		Tata Power Renewables(225MW)
SECI WSH tranche 4	04/21	1,200			Deadline for bids is currently 18 June 2021
Others		295			Multiple tenders- Results not available
Total		**15,120**	**6,255**		

PROPUESTA DE APOYO FINANCIERO

Pero a pesar del impulso del mercado, los grandes proyectos aún se enfrentan a grandes desafíos en términos de conexión a la red y disponibilidad de tierras con altos recursos eólicos, ya que la mayoría de los sitios conocidos ya están saturados. Tomando nota de estos obstáculos, el MNRE emitió un borrador de propuesta detallado a fines de 2020 para el desarrollo de proyectos eólicos y WSH.

El documento de la propuesta, publicado para la consulta de los actores del sector, identificó alrededor de 10,800 km^2 de tierra con una CUF eólica de más del 30% en siete estados diferentes, para desarrollar proyectos eólicos o WSH independientes con una capacidad agregada de 54 GW.

El ministerio espera que los estados tomen la iniciativa de desarrollar proyectos de WSH como un hub energético con una infraestructura *plug-and-play.*

Para alentar a los estados y a los desarrolladores privados, el gobierno también ha ofrecido proporcionar asistencia financiera central de 2,5 millones de rupias (33.500 dólares) por proyecto al promotor para la preparación del informe detallado del proyecto y un apoyo adicional de 2 millones de rupias por megavatio o 30% del costo de desarrollo del proyecto como incentivo para el promotor.

PROPUESTA DE VALOR DE LOS SISTEMAS HÍBRIDOS

Para la mayoría de los estados de India, la generación solar y eólica son complementarias: la generación solar está disponible solo durante el día y no puede soportar picos de carga vespertinos, mientras que la generación eólica es plana durante el día y se activa por la noche, proporcionando un soporte complementario.

Esto también permite que las tecnologías utilicen la misma infraestructura de transmisión sin necesidad de incrementar la capacidad existente, lo que lleva a una mejor utilización del terreno requerido y por tanto una reducción en los costes fijos del proyecto. Así mismo, una combinación de energía eólica y solar proporciona así un perfil de generación estable, que es más atractivo para las operaciones de la red.

La hibridación se puede realizar en un proyecto *brownfield*, permitiendo optimizar en casi un 50% el rendimiento del parque. Se pueden instalar aerogeneradores en parques solares o instalaciones fotovoltaicas en parques eólicos ya existentes.

Tras el anuncio de la política de 2018, la *Solar Energy Corporation of India* (SECI) lanzó su primera licitación híbrida eólica-solar exclusiva de 1,2 GW a mediados de 2018, inicialmente por 2,5 GW pero posteriormente reducida a 1,2 GW. La licitación estipuló un CUF mínimo del 40%.

A esta le siguieron otras tres licitaciones WSH de 1,2 GW, donde se redujo el requisito de CUF hasta el 30% para la última licitación lanzada en abril de 2021. Las dos primeras licitaciones tuvieron una respuesta muy escasa, pero la tercera (tramo 3) de la licitación WSH se adjudicó en su totalidad.

INTERÉS EN AUMENTO

Además de estas licitaciones WSH puras, la SECI introdujo dos configuraciones de licitación innovadoras. La primera de estas licitaciones, por 1,2 GW, requirió que

los licitadores ofrecieran un suministro de energía pico durante en horario nocturno utilizando WSH y almacenamiento de energía.

La segunda licitación por 400MW requirió que los licitadores ofrecieran energía las 24 horas (round-the-clock, RTC) combinando WSH con almacenamiento de energía y ofreciendo un CUF anual mínimo garantizado de 80% (y 70% mensual). Ambas licitaciones recibieron una respuesta abrumadora.

Aprovechando el éxito de la licitación de RTC, la SECI lanzó una licitación masiva de RTC II por 5GW en marzo solicitando a los licitadores que combinaran WSH con energía convencional a base de carbón, cuyos resultados aún no se han anunciado.

Con los híbridos de almacenamiento WSH y WSH listos para ocupar un lugar central en el plan de energía renovable de la India, la industria eólica india tendrá que adaptarse rápidamente a los nuevos desafíos de integración de tecnología para seguir siendo relevante.

12.5. EXPORTING HUB

Indudablemente India sigue presentando un gran atractivo para los principales OEMs. Gracias al trabajo realizado durante los años precedentes a la crisis, el sector logró desarrollar una Supply Chain doméstica altamente competitiva, con capacidad para abastecer no menos de 11 Gw anuales. Más de 4.000 empresas configuran esta red de empresas suministradoras de todo tipo de productos y servicios.

La progresiva depreciación de la rupia india en comparación con otras divisas internacionales como el Euro o el USD, ha incrementado aún más la competitividad de estos productos en el mercado mundial.

En mayo de 2020, durante la primera ola de la pandemia, y llevado por las rupturas en las cadenas de suministro mundiales a consecuencia de los primeros confinamientos, el Gobierno de India anunció su programa Atmanirbhar Bharat o India Autosuficiente.

Este nuevo programa profundiza aún más en los principios del Make in India y busca reducir la dependencia de las importaciones en determinados sectores estratégicos.

Ante la falta de demanda interna (apenas se han instalado 2 Gw anuales de esos 11 Gw) y con el fin de utilizar su infraestructura productiva en el país, varios OEMs multinacionales han decidido apostar por sus filiales indias como hub de suministro mundial, tanto de equipos completos como de componentes.

Tamil Nadu se está convirtiendo en un hub del sector, con más de 10 empresas que han comprometido una inversión de más de 8.000 millones en el estado, entre la que se encuentran Vivid Solaire Energy, Baettr, Eickhoff Wind, TPI composites, etc.

Vestas ha establecido una planta de exportación de nacelles y hubs, así como otra de exportación de conversores y ha ampliado su planta de palas en Ahmedabad. Nordex Acciona ha firmado un acuerdo con TPI Composites para ampliar su capacidad de producción y exportación hasta 4 Gw.

Enercon ha firmado así mismo un acuerdo con un productor de palas local, al igual que Siemens Gamesa, quien podría fabricar en India parte de la producción de las plantas cerradas en Aoiz y Aalborg.

13. Retos

El camino del desarrollo de la industria eólica en India está sembrado de múltiples incertidumbres y de grandes retos.

13.1. REDUCCIÓN DE DEPENDENCIA EN FUENTES FÓSILES

India no puede depender más de sus exiguas fuentes fósiles. La energía convencional proveniente sobre todo del carbón no tan sólo es más contaminante, sino que ya es también más cara. A diferencia de otros países emergentes, India parece seriamente concienciada por los efectos del cambio climático y la imperiosa necesidad de tomar medidas urgentes para su mitigación. Se estima que en 2020 el consumo energético per cápita haya sido de apenas 1.208 kwh, menos de la mitad de la media de consumo mundial.

13.2. LOGRO DE OBJETIVO DE 175 GW EN 2022

Ante la reafirmación por parte del Gobierno de su interés en alcanzar los objetivos de 175 Gw de energías renovables en 2022 y 450 Gw en 2030, se presenta una realidad de un estancamiento del sector que ya se prolonga durante más de 4 años.

13.3. AUMENTO DE CAPACIDAD ENERGÉTICA

El desarrollo económico demanda cada vez una mayor capacidad energética que requerirá de la combinación de todos los recursos disponibles por parte del gobierno indio. Tras unos años de incertidumbre donde el gobierno parecía no encontrar un encaje al sector eólico y ha inclinado la balanza hacia el lado solar, ha encontrado en la hibridación de parques una posible solución que combine lo mejor de ambas tecnologías. La respuesta favorable de los distintos actores del mercado parece animar al gobierno a seguir por esta vía por lo menos en un futuro cercano.

13.4. CUMPLIMIENTO DE LOS ESTADOS DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA

Sin embargo, no sólo el lado de la oferta presenta importantes incertidumbres, sino también la parte compradora. Los gobiernos estatales deben tener la obligación de contar con un mix energético en el que las energías renovables deben formar parte obligatoria (RPO).

13.5. MEJORA DE LIQUIDEZ DE LAS DISCOMS

De igual manera, se debe garantizar que la falta de liquidez de las distribuidoras energéticas (DISCOMs) sean un cuello de botella que estrangule la totalidad de la cadena de valor de la industria. Se estima que a finales de 2020 la deuda de las DISCOMs con las diferentes empresas alcanzaba los 1.500 millones de USD. Esta situación de incertidumbre en los cobros genera un enorme efecto desincentivador entre los inversores.

13.6. APUESTA DECIDIDA POR LA ENERGÍA EÓLICA FRENTE A LA SOLAR

Parece evidente que, atraído por los últimos precios de adjudicación de subastas en el sector fotovoltaico por debajo de 2 Rs., el gobierno indio ha tomado partido por éste en detrimento de las alternativas eólicas o híbridas.

Parece ingenuo pensar que el sector solar puede ser una panacea para los productores eléctricos renovables, ya que presenta tantas o más incertidumbres, comenzando por la capacidad de producción local de los propios paneles, masivamente importados hasta ahora desde productores chinos. El incremento a los aranceles de dichos paneles supondrá un importante incremento en el precio de los productos finales y, por tanto, del precio de producción del kw/h.

Más aún, varios estados están abriendo una caja de pandora de consecuencias impredecibles, al denunciar los contratos anteriores firmados con productores solares a precios tres y cuatro veces más elevados que las 1,9 Rs adjudicadas en el último contrato. Esta situación puede arrastrar a muchos promotores privados, así como desincentivar a inversores internacionales ante la falta de seguridad jurídica en el país.

13.7. MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE TERRENO

Hoy en día la rentabilidad de la energía eólica en comparación con la convencional está fuera de toda duda. Sin embargo, la capacidad de ejecución de estos proyectos está ligada a la acción de los distintos gobiernos en dos áreas que son el principal obstáculo para el crecimiento del sector:

- Disponibilidad de terreno.
- Conectividad a la red.

Varios de los proyectos adjudicados son abandonados ante la falta de disponibilidad de terreno, o la falta de garantías por parte de los distintos gobiernos de la ejecución de las obras necesarias para la conectividad de los diferentes proyectos a la red de distribución.

El principal obstáculo para los proyectos eólicos es la disponibilidad de grandes áreas de terreno dispersos geográficamente, a diferencia de la energía fotovoltaica que puede acomodarse en áreas concentradas. La conectividad de esas áreas remotas a la red a su vez presenta una enorme complicación y una importante necesidad de recursos.

Los diferentes gobiernos implicados deben dar una solución definitiva a la disponibilidad de terreno y la conectividad de los parques a la red. Los estados deberán identificar y desarrollar megaparques energéticos donde localizar proyectos de gran envergadura y dotarlos de unas infraestructuras adecuadas. Este factor es especialmente importante (Jhawar 2020) en los cinco estados con mayor capacidad de generación eólica: Gujaraat, Karnataka, Maharashtra, Andhra Pradesh y Tamil Nadu.[11]. A este respecto, Sunil Jain CEO de uno de los mayores IPPs del país Hero Futures señalaba "los

[11] Según mediciones del NIWE a 100m

propietarios de los mejores terrenos para proyectos eólicos han ido a la bancarrota, mientras que los que tenemos fondos no tenemos disponibilidad de buenos terrenos". [12]

13.8. MEJORA DE CONECTIVIDAD CON LA RED

Pese a que se han desarrollado más de 26 subestaciones eléctricas en India para evacuar la energía de los diferentes parques, los costes relativos a la evacuación han hecho que la mayoría de los parques desarrollados en los últimos años haya optado por localizarse dentro del radio de dos subestaciones, Bhuj en Gujarat y Tirunelvelli en Tamil Nadu.

En cuanto a la implicación de los estados en la dotación de conectividad, los datos son aplastantes. La capacidad eólica se ha incrementado desde el año 2015 en un 20% mientras que la capacidad de transmisión lo ha hecho en un 6,5%. A día de hoy este factor es un verdadero cuello de botella para el desarrollo del sector en el país. Múltiples proyectos en estados como Andhra o Gujarat están paralizados por la falta de claridad sobre su acceso al sistema de transmisión.

13.9. INCERTIDUMBRES A LA INVERSIÓN

Los productores se enfrentan hoy a numerosos problemas. En primer lugar, a la incertidumbre sobre las reglas del juego. Cualquier inversor requiere confianza y estabilidad antes de arriesgar su dinero en cualquier mercado. Y desgraciadamente eso es lo que ha perdido el mercado indio en estos tres años.

En segundo lugar necesita asegurar un retorno a su inversión. En un país donde los depósitos financieros se retribuyen por encima del 8.5% no tiene sentido invertir dinero en un negocio por debajo de esa cifra. Y para ello el precio del Kwh debe regresar a un umbral que lo posibilite, sin duda por encima de los 3-3,2 Rs/Kwh. Tan importante como el precio son los pagos. Las agencias de rating están rebajando la calificación a todas las empresas privadas productoras (IPPs) debido a la ingente acumulación de deudas procedentes de las empresas distribuidoras estatales (Discoms).

[12] (Jhawar 2020)

14. Oportunidades

14.1. ALTO POTENCIAL DE GENERACIÓN, HASTA 695 GW

Los últimos estudios realizados por el NIWE estimaban una capacidad de generación eólica de 695 Gw medida con mástiles de 120 m y una estimación de más de 1 Tw para alturas de 140 m, similares a los empleados en los modelos de aerogeneradores actuales.

La presente capacidad de más de 39 Gw (mayo 2021) queda todavía muy lejos del potencial estimado del país, por lo que no debería ser especialmente complicada la implementación de una mayor capacidad eólica si las condiciones en especial políticas lo permiten.

14.2. RELANZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

El escenario del mercado eólico indio puede encontrarse en estos momentos en un punto de inflexión. Indudablemente el cambio de tendencia que apunta la aparición de nuevas demandas por parte de los estados y la creación de ultra-mega proyectos centrales requerirán un relanzamiento de la actividad productiva.

14.3. AUMENTO DE DEMANDA DE TECNOLOGÍA AVANZADA

La evolución del sector hacia el off-shore o sistemas híbridos volverá a suponer una nueva demanda de tecnología más avanzada y no desarrollada a nivel local, por lo que de nuevo se volverán a demandar productos de mayor sofisticación tecnológica.

El desarrollo de proyectos híbridos permitirá la mejor utilización del suelo, habiendo despertado el interés de nuevos estados como Madhya Pradesh, Karnataka o Rajastan, que han conseguido licitaciones por más de 1 Gw en los últimos dos años.

14.4. STANDARIZACIÓN

Por otro lado, la creciente "polarización" del sector en torno a grandes empresas multinacionales en detrimento de los productores locales, supone una

evolución en el estándar de calidad utilizado por la inmensa mayoría de productores del país.

14.5. EXPORTING HUBS

Ante la falta de demanda interna (apenas se han instalado 2 Gw anuales de esos 11 Gw) y con el fin de utilizar su infraestructura productiva en el país, varios OEMs multinacionales apuestan porque sus filiales indias se conviertan en hub de suministro mundial, tanto de equipos completos como de componentes.

14.6. OEMS DE ORIGEN NAVARRO

India ha acogido desde hace casi una década a un importante número de empresas navarras del sector que se implantaron en India siguiendo los pasos de Gamesa inicialmente y Acciona posteriormente.

Ambas empresas tractoras "de origen navarro", hoy Siemens Gamesa y Nordex-Acciona, han ido perdiendo poco a poco capacidad de decisión de compra a favor de sus partners alemanes y han visto duplicarse su supply chain. No obstante, siguen siendo una puerta de entrada para las empresas navarras al haber sido éstas últimos proveedores consolidados durante muchos años.

15. Conclusiones

India, al igual que otras naciones, se encuentra ante uno de los mayores retos de la historia de la humanidad; prevenir que los daños que se creen en el planeta no lleguen a un punto de no retorno.

Los efectos del cambio climático han dejado de ser una especulación realizada por parte de unos científicos para ser una realidad cuyas consecuencias se repiten de forma más radical y frecuente.

El sector energético contribuye a más de un 73% de las emisiones de gases de efecto invernadero de India. Es absolutamente imprescindible que el gobierno indio de pasos decididos para la transición energética hacia las energías renovables, mucho más que la simple fijación de objetivos. A tan sólo unos meses de alcanzar el año 2022, el horizonte de los 175 Gw establecido por el gobierno Modi está muy lejos de ser alcanzado.

Es necesario que al margen de grandes objetivos a largo plazo (2030, 2040) exista un plan de desarrollo con hitos a corto plazo que permitan un seguimiento más correcto de la evolución del sector.

Tras unos años en los que por diversos motivos el sector eólico ha sufrido un enorme frenazo que se ha llevado por delante a una buena parte de la industria del país, parece que se ha encontrado en la hibridación de proyectos y en la creación de mega-proyectos energéticos una buena solución que pueda generar una recuperación progresiva y un renacido interés de los inversores.

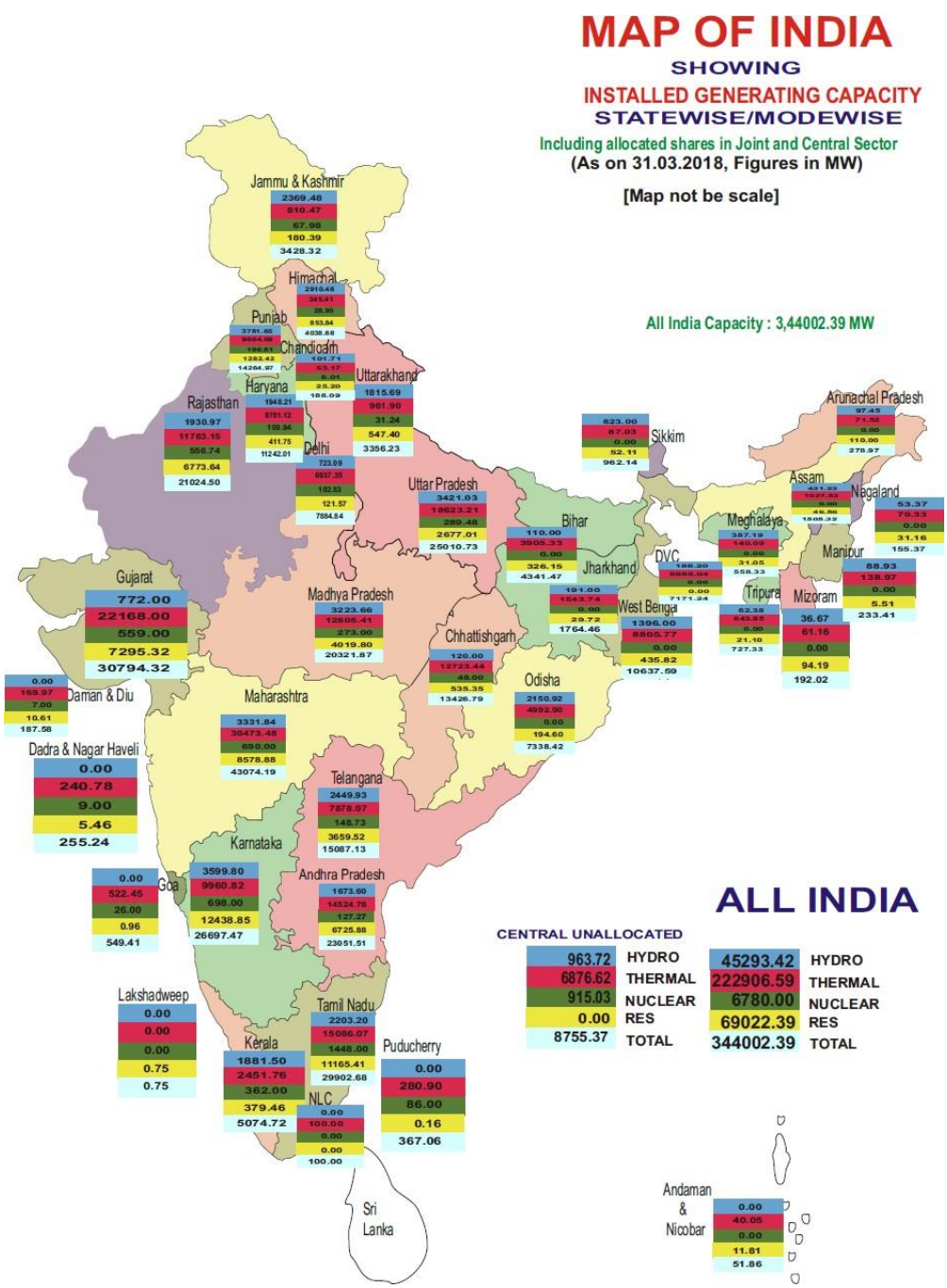
Pese a todo ello, India sigue siendo un país de gran atractivo para la industria de la fabricación de aerogeneradores y componentes, que ha desarrollado en India uno de los principales hubs productivos del mundo.

La introducción de incentivos a la producción y exportación de aerogeneradores y sus componentes podría resultar decisivo para el desarrollo exponencial de la industria que podría encontrar en ésta, la vía óptima para rentabilizar las inversiones realizadas años atrás en el país.

16. Anexos

16.1. ANEXO I: MAPA ENERGÉTICO INDIA

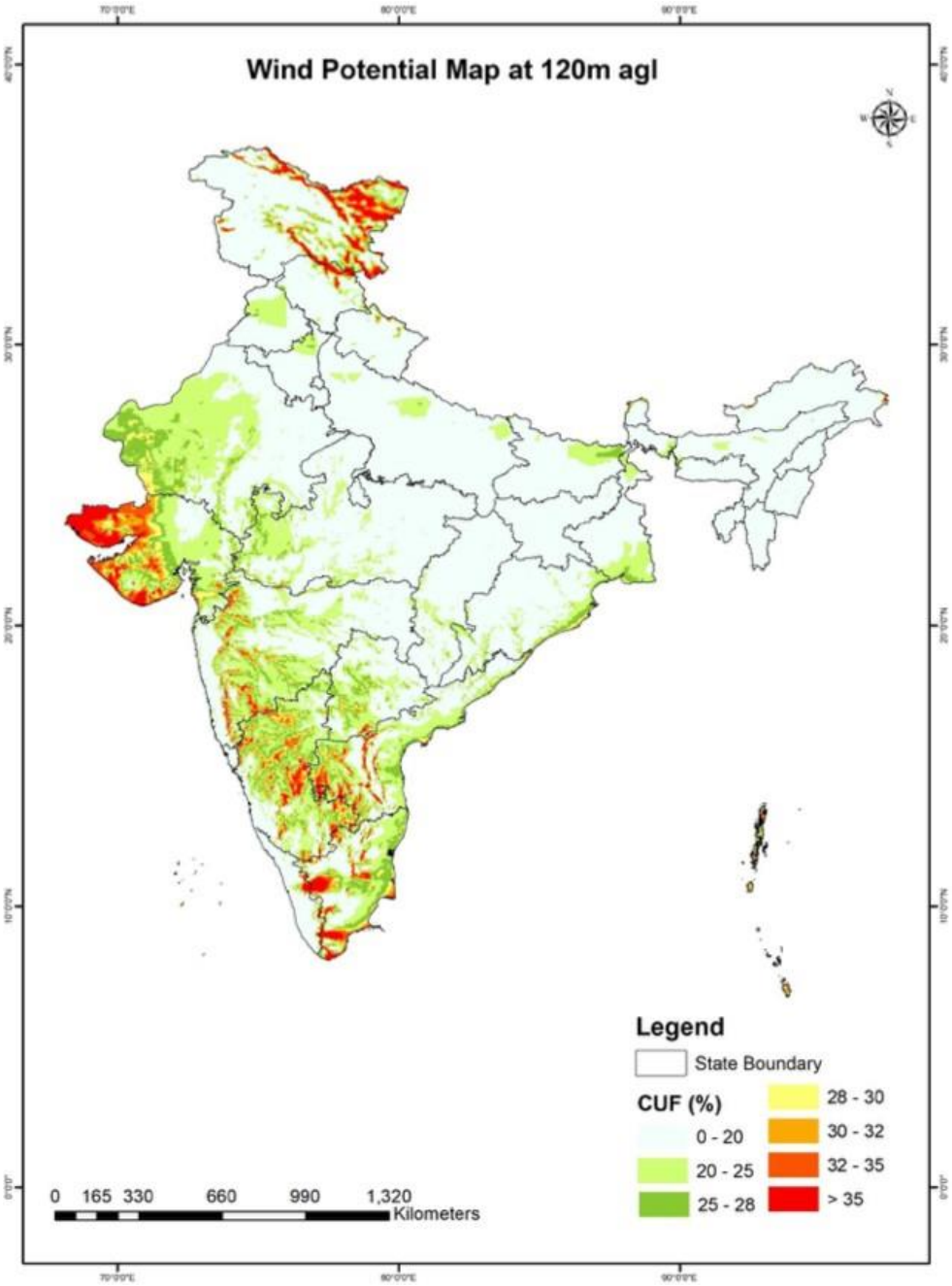
Ilustración 25. Capacidad energética instalada en India



Fuente: Central Statistics Office, Government of India (2019)

16.2. ANEXO II: MAPA POTENCIAL EÓLICO INDIA (120M)

Ilustración 26. Recursos de energía eólica en India



Fuente: NIWE

16.3. ANEXO III: REVISED LIST OF MODELS AND MANUFACTURERS (RLMM) (9.04.2021)

Manufacturing Company with contact details	Company Incorporation Details		License/ Collaboration/ Joint Venture	Model Name	Rotor Dia (RD) (m)	Hub Height (HH) (m)	Tower Type	Capacity (kW)
	Date	Document						
M/s. Regen Powertech Private Limited Sivanandam, 1st Floor, New No. 1, Pulla Avenue, Shenoy Nagar, Chennai, Tamil Nadu - 600030 Phone:044-42966200 Fax :044-42966298/99 Email: Info@regenpowertech.com	27/12/2006	Regen CoI	VENSYS Energy AG, Germany	VENSYS 116	116,1	90	Tubular Steel	2000 ($$)
				VENSYS 87	86,6	85	Tubular Steel	1500
M/s Envision Wind Power Technologies India (Pvt.) Ltd., Level 9, Platina, C-59, G Block, BKC, Bandra East, Mumbai-400051 Tel: 022-67000988 / 080-61296200, Fax: 022-67000600 Email: inder.bhambra@envision-energy.com, kane.xu@envisioncn.com	12/07/2016	Envision CoI	Envision Energy(JIANG SU) Co., Ltd., China	EN 115 2.3 MW IEC IIIA	115,9	90,32	Tubular Steel	2300
				Envision EN2.5-131 50Hz IEC S HH120	131	100 / 120	Tubular Steel	2500
M/s. GE India Industrial Private Limited Division: Wind Energy 601, 6th Floor, Tower B, RMZ Infinity, Old Madras Road, Bangalore - 560 016 Phone: 080-40482387 Fax: 080-40482341 email:Anand.Revankar@ge.com	25/09/2009	GE CoI	General Electric Renewables, Espana, S.L.	GE 2.3-116, LM56.9, GE56.9,HH 94m, 50 Hz	116	94	Tubular Steel	2330
				GE 2.4-116, LM56.9P, HH 94m, 50 Hz	116	94	Tubular Steel	2430
				GE 2.5-132, GE64.5 / LM64.6P, HH94 & 130m, 50Hz IEC S (STW / CWE)	132	130 / 94	Tubular Steel	2530
				GE 2.7 - 132	132	130 / 94	Tubular Steel	2730($$$)
M/s. Suzlon Energy Limited Tree Lounge, L-1, Left wing, One Earth, Opp. Magarpatta City Hadapsar Pune - 411028. Phone: 020-401250009 Fax : 020-67022200 email:rchandra@suzlon.com	10/04/1995	Suzlon CoI	Nil	SUZLON S111 DFIG 2.1 MW (50 Hz)	111,8	90/120/140	HH 90m–Tubular Steel & HH 120/140 m - Hybrid Lattice Tower	2100(*)(**)
				SUZLON S120 DFIG 2.1 MW (50 Hz)	120	105/120/140	HH 105m & 120m - Tubular Steel Tower, HH 140m-Hybrid Lattice Tower, HH 140m - Hybrid Concrete Tower	2100(**)
				S128 2.6 MW/ 2.8 MW	129	105 / 140	HH 105m - Tubular Steel Tower, HH 140m - Hybrid Lattice Tower	2600/2800
M/s. Vestas Wind Technology India Private Limited 298, Rajiv Gandhi Salai, Shollinganallur, Chennai - 600119 Phone: 044-24505100 Fax : 044-24505101 email:adaya@vestas.com	09/11/2006	Vestas CoI	Vestas Wind Systems A/S, Denmark	Vestas V100-2MW 50 Hz VCS Mk10	100	75/80/95/100	Tubular Steel	2000(***)
				Vestas V120 2.0/2.1/2.2 MW 50Hz VCS Mk11	120	118	Tubular Steel	2000/2100/ 2200

M/s. Inox Wind Limited Inox Towers, Plot No. 17 Sector - 16-A, Noida, Uttar Pradesh – 201301 Phone: 0120-6149708 Fax: 0120-6149610 email: prosanto.mullick@inoxwind.com	09/04/2009	Inox CoI	AMSC Austria GmbH, Austria	Wind Turbine Inox Wind DF/2000/113 Rotor Blade WB552-2.0 Hub Heights 92m and 120m, GL WTC IIIA	113	92/120	HH 92 m –Tubular Steel, HH 120 m – Hybrid tower with tubular steel sections and concrete bottom	2000
				Inox Wind DF/2000/100 Rotor Blade WB48.8-2.0-3 Hub Height 80m and 92m, GL WT Class IIIB	100	80/92	Tubular Steel Tower	2000
M/s. Senvion Wind Technology Private Limited, B504, Delphi Building, Orchard Avenue, Sector No.3, Hiranadani Business Park, Hiranandani Garden, Powai, Mumbai-400076 Phone 022-71299700 Email: amit.kansal@senvion.com	02/02/2017	Senvion CoI	Senvion Gmbh Germany	Senvion 2.3M120 - 2300kW Rotor Blade Type - LM58.7P and LM58.7P5 HH 120m IEC WT Class S (Based on IIIB)	120	120	Tubular Steel	2300##
M/s. Siva Wind Turbine India Private Limited, 12/A, Kandapalayam, Perundurai-638052 Erode District, Tamil Nadu Phone No. 04294-220017 Email: mani@sivaploymers.com	28/02/2005	Siva CoI	No	SIVA 250/50	30	50	Lattice	250
				SIVA 225/40	30	50	Lattice	225
M/s. Siemens Gamesa Renewable Power Private Limited No. 334, The Futura IT Park, B-Block, 8th Floor, Old Mahabalipuram Road, Sholinganallur, Chennai - 600 119 Phone: 044 - 39242424 Fax: 044-30060661 email:rkymal@gamesacorp.com	06/05/2006	Gamesa CoI	Siemens Gamesa Renewable Energy Innovation and Technology, S.L, Spain	G97-2.0MW 50Hz	97	104/108	Tubular Steel	2000
				G97-2.0MW 50Hz	97	90/104/108	Tubular Steel	2000
				G114-2.0MW	114	106/110 (with a pedestal)	Tubular Steel	2000
				SG 2.1-122 Rotor Blade Type SGRE 122 CS /LM 60.0 P 108 m / 127 m HH IEC WT class S	122	108/ 127	Tubular Steel	2100
				SG 2.2-122	122	108/127	Tubular Steel	2200
				SG 3.4-145	145	127,5	Tubular Steel	3465
				SG 3.6-145	145	127,5	Tubular Steel	3600 (!) (!!)
M/s. PASL Wind Solution (P) Limited Plot No. 34-35, Phase-1, G.I.D.C., Vatva, Ahmedabad- 382445 Phone: +91-79-40264747 Fax: +91-79-40264676 email: aajaveri@pwsl.in	23/09/2008	PASL CoI	No	PWS1800i	83,64	80	Tubular Steel	1500 $
				PWS 1250i (de-rated configuration)	68	74	Tubular Steel	1050
				PWS 900i, 800.0 kW, P-28, HH 71.0m, IEC wind class IIA	58	71	Tubular Steel	800
M/s. Nordex India Private Limited (Formerly known as M/s. Acciona Wind Power India Pvt. Ltd.) C1-001, Tower C, Ground floor, The Millenia , No. 1 & 2, Murphy Road, Ulsoor, Banglore - 560008 Phone: 080-4091660 Fax: 080-40916661 Email: pvittal@nordex-online.com	26/09/2018	Nordex-COI	Nordex Energy Spain S.A.U, Spain	AW125/3000 IEC IIb TH120 AW61.2-2 50 Hz	125	120	Tubular Reinforcement Concrete Tower	3000
				AW140/3000 IEC S TH120 AW 68.7 50 Hz	140	120	Tubular Reinforcement Concrete Tower	3000#
M/s. Para Enterprises Pvt. Ltd. (Formerly Pioneer Wincon Pvt. Ltd.) Tamarai, Tech park, 7th Floor, 16-20A, (SP developed plots), Jawahar Lal Nehru Salai, Industrial Estate, Gundi, Chennai, Tamil Nadu - 600032 Phone : 044 - 43414700 Email: ps@pioneerwincon.com ramu@pioneerwincon.com	06/09/2015	Para-CoI	No	Pioneer Wincon 750/49, 750.0 kW, HT24, HH 61.5 & 75.0m, IEC IIIB	49,17	61.5/ 75	4- legged Lattice Steel Tower with tower top adapter	750

M/s Pioneer Wincon Energy Systems Pvt. Ltd. Tamarai, Tech park, 7th Floor, 16-20A, (SP developed plots), Jawahar Lal Nehru Salai, Industrial Estate, Gundi, Chennai, Tamil Nadu - 600032 Phone : 044 - 43414728 Email: ps@pioneerwincon.com ramu@pioneerwincon.com	21/9/2018	PWES-CoI	No	Pioneer Wincon 750/49, 750.0 kW, HT24, HH 61.1m & 75.3m, IEC IIIA	49	61.1 / 75.3	Lattice Steel Tower	750
				Pioneer Wincon 750/57, 750.0 kW, PW28, HH 75.0m, IEC wind class IIIA	57	75	4- legged Lattice Steel Tower with Tower Top Adapter	750
				Pioneer Wincon 750/57, 750.0 kW, PW28, HH 90.0m, IEC wind class IIIA	57	90	4- legged Lattice Steel Tower with Tower Top Adapter	750
M/s Emergya Wind Turbine Pvt. Ltd. Nellikuppam High Road, Kayaranbedu village, Guduvancherry, Chengalpet Taluk, Kancheepuram Distt., Tamil Nadu - 603202 Phone: 044 - 27438118 Email: joshi.raghavendra@ewtdirectwind.com	12/06/2018	EWT CoI	Emergya Wind Technologies BV, The Netherland	DIRECTWIND 58 1000kW	58	46/69	Tubular Steel Tower	1000
				DIRECTWIND 61 1000kW	61	46/69	Tubular Steel Tower	1000

16.4. ANEXO IV: LISTADO DE LAS PRINCIPALES IPPS EN INDIA

Nº	IPP Name	Address	Web
1	ReNew Power Ventures Pvt Ltd	10th Floor, DLF Square, M-Block, Jacaranda Marg, DLF, Phase II, Gurgaon, 122002	www.renewpower.in
2	Greenko Group	JJ Arcade, Final Plot No. 480, TPS. No.1 Shaniwar Peth, N.H.4, Karad, Satara, Maharashtra, 415110	www.greenkogroup.com
3	Adani Green Energy Ltd	Shantigram, Near Vaishnodevi Circle, S G Highway, Ahmedabad-382421, Gujarat	www.adanigreenenergy.com
4	Sembcorp Green Infra Ltd - Sembcorp Group	2nd Floor, Tower No. 2, NBCC Plaza, Sector V, Pushp Vihar, Saket, New Delhi, 110017	www.sembcorp.com
5	Mytrah Energy	8001, 8th Floor, Q-City, Nanakramguda, Gachibowli, Hyderabad 500032, Telangana	www.mytrah.com
6	Torrent Power - Torrent Group	600, Tapovan, Ambawadi, Ahmedabad, Gujarat, 380015	
7	CLP India Pvt Ltd	15th Floor, Oberoi Commerz, International Business Park, Goregaon (East), Mumbai, 400063	www.clpindia.in
8	Sprng Energy - Actis Group	Office # 001, Level G, Pentagon P-5, Magarpatta City, Hadapsar, Pune, 411013	www.sprngenergy.com; www.act.is
9	Continuum Wind Energy Pvt Ltd	102, El Tara Building, Orchard Avenue, Hiranandani, Powai, Mumbai, 400076	www.continuumenergy.in
10	Leap Green Energy Pvt Ltd	4th Floor, Caledon Square, Avinashi Road,Peelamedu Coimbatore, Tamilnadu, 641015	www.leapgreenenergy.com
11	Hero Future Energies Pvt Ltd - Hero Group	212, Third Floor, Okhla Industrial Estate, Phase – III, New Delhi, 110 020	www.herofutureenergies.com
12	Tata Power Renewable Energy - Tata Group	Bombay House, 24, Homi Mody Street, Mumbai, 400001	www.tatapowerrenewables.com
13	SB Energy-Softbank Group	Worldmark 2, Aerocity, New Delhi, Delhi, 110037	www.sbenergy.co.jp/en/; www.group.softbank/en
14	EDFRenewable-Sitac Group	SITAC RE Private Limited, #507-508 Ashoka Estate, 24 Barakhamba Road, New Delhi, 110001	www.edf-renouvelables.com; www.sitacltd.com
15	Enel Green Power	14th Floor Tower B, Vatika Towers, DLF Golf Course Road Suncity, Sector, 54122003 - Gurgaon	www.enelgreenpower.com
16	Alfanar Energy - Alfanar Group	Gurugram, 15th Floor, Tower- B, Building No.5, DLF Cybercity, Phase-3, Gurgaon, Haryana, 122002	www.alfanar.com
17	Engie Group		www.engie.com
18	Vena Energy	Office 201, 2nd floor, East Wing, Worldmark 1, Asset 11, Aerocity, NH-8, New Delhi, 110037	www.venaenergy.com
19	Ecoren Energy India Pvt Ltd	Plot No 1202, 2nd Floor,S. L. Jubilee, Road No – 36, Jubilee Hills Hyderabad, Telangana – 500033	www.ecorenenergy.com
20	Orient Green Power Company Ltd	Sigappi Achi Building, 4th Floor, No 18 / 3, Rukmani Lakshmipathi Road (Marshalls Road), Egmore, Chennai, 600008	www.orientgreenpower.com
21	Powerica Ltd	9th Floor, Bakhtawar, Nariman Point, Mumbai, 400021, Maharashtra	www.powericaltd.com
22	Nupower Renewables Pvt. Ltd.	407 The Capital, Bandra Kurla Complex, Mumbai, 400051	www.indiamart.com/nupower-renewables-ltd/about
23	Atria Power	11, Commissariat Rd, Ashok Nagar, Bengaluru, Karnataka, 560025	www.atriapower.com
24	Enerfra Projects Pvt Ltd	No.7, Raj Classic, 2nd Floor, Dr. Rajkumar Road, Bangalore, 560010	www.enerfra.com
25	Colruyt Group	Raheja IT Park, Building No:21, Mindspace, HITEC City, Hyderabad, Telangana, 500081	www.colruytgroup.com

17. Bibliografía

Chaurasiya, Prem Kumar. 2019. «Wind energy development and policy in India: A review.» *Energy Strategy Reviews.*

GWEC INDIA. 2021. *Wind: the critical link to india's clean energy transition.* . GWEC INDIA.

International Renewable Energy Agency. 2019. «FUTURE OF WIND. Deploymetn, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects.»

Jhawar, Pratha. 2020. *Renewable energy: Why competitive bidding did not help wind power.* Down to Earth.

Jhawar, Pratha. 2020. «Renewable energy: Why is wind losing ground?» ( ).

Joseph Kiesecker 1, *, Sharon Baruch-Mordo. 2019. *Renewable Energy and Land Use in India: A Vision to Facilitate Sustainable Development.* MDPI.

Ministry of Power. 2018. *State-wise power supply position of India in July 2018.*

Ministry of Statistics and Programme Implementation. 2019. *Energy Statistics 2019.* Govt.of India.

National Institute of Wind Energy (NIWE). 2020. *Wind Power Potential (120 m).*

Sanjeev Kulkarni, Anil TR. 2018. «Renewable Energy in India—Barriers to Wind Energy.» *Strategic Planning for Energy and the Environment · September 2018.*

Subhojit Dawn∗, Prashant Kumar Tiwari, Arup Kumar Goswami, Ankit Kumar Singh, Rajesh Panda. 2019. *Energy Strategy Reviews.* Elsevier.

World Bank. 2018. *Electric power consumption (KWh per capita).* World Bank Papers.

18. Ilustraciones

Ilustración 1:Intensidad Energía por unidad de PIB 5

Ilustración 2: Capacidad Eléctrica por Región 6

Ilustración 3: Oferta/Demanda energética por Estado 6

Ilustración 4: Mix energético India 7

Ilustración 5: Capacidad instalada (Gw) procedente de EERR, a marzo 2021 7

Ilustración 6: Objetivos de distintos tipos de instalaciones por estado 8

Ilustración 7: Necesidad de terreno por estado para alcanzar objetivos 2022 8

Ilustración 8: Cuotas e incremento anual de capacidad energética por tecnologías 8

Ilustración 9: Capacidad acumulada instalada en India (MW) 9

Ilustración 10: Capacidad instalada en India (MW) 9

Ilustración 11: Evolución de las subastas eólicas en India (2017-2018) 10

Ilustración 12: Evolución de las tarifas de las subastas en India 2017-2021 10

Ilustración 13: Instalaciones eólicas acumuladas por Estado (%) 11

Ilustración 14: LCOE histórico 11

Ilustración 15: Coste comparativo energía 12

lustración 16: Coste energético por país 13

Ilustración 17: Comercio energético mundial 14

Ilustración 18: Influencia de políticas en crecimiento capacidad eólica 16

Ilustración 19: Cuota de mercado de fabricantes de aerogeneradores 2020 18

Ilustración 20: Cotización bursátil SUZLON 19

Ilustración 21: Cotización bursátil INOX WIND 20

Ilustración 22: Desfase de ritmo de generación eólica 23

Ilustración 23: Previsiones de crecimiento del sector GWEC 2021 25

Ilustración 24. Resultados subastas híbridas 27

Ilustración 25. Capacidad energética instalada en India 32

Ilustración 26. Recursos de energía eólica en India 33

19. Tablas

Tabla 1: SECI/ NTPC Subastas de proyectos de energía eólica e híbrida 10

Tabla 2: Instituciones y asociaciones sectoriales 17

Tabla 3: Principales IPPs en India 21

Tabla 4: Capacidad energética instalada de las principales IPPs 21

Tabla 5: Capacidad energética licitada de las principales IPP 21

Tabla 6: Capacidad energética instalada y licitada de las principales IPPs 22