

Prosegue anche sul numero 5 | 2014 di *Nuova Energia* la collaborazione con CESI. In questo spazio editoriale la nostra testata ha scelto di riproporre alcuni articoli – in particolare di taglio geopolitico internazionale – pubblicati sul magazine *Cesi Energy Journal*. Aprendo, di volta in volta, una *finestra* sul complesso mondo dell'energia.

La prima uscita – pubblicata sul numero 2 | 2014 – è stata dedicata al Brasile e alle grandi opportunità di crescita nel settore *energy*. Quella successiva – ospitata sul numero 3 | 2014 – ha dato spazio all'intervento di Khalid Al-Falih, amministratore delegato di Saudi Aramco, che ha spostato l'attenzione sul tema del libero accesso all'*energia pulita* come diritto di tutti. Una sfida che potrà essere vinta solo sfruttando in maniera equilibrata e sinergica tutte le fonti e le tecnologie oggi a nostra disposizione.

In questo numero protagonista è il continente indiano: un *universo* di opportunità e contraddizioni nel quale, sempre di più, l'energia ricopre un ruolo strategico.

Il gigante indiano

di **Alessandro Clerici** | Senior Corporate Advisor, CESI

Una superficie che copre 3,3 milioni di chilometri quadrati a fronte di una popolazione di 1,2 miliardi di persone in costante crescita: sono queste le credenziali dell'India che meglio definiscono il potenziale di questo Paese. L'India è, in effetti, una nazione emergente che intende impegnarsi a fondo e senza indugi per affrancarsi dalla *ghettizzazione* in cui è stata relegata, anche se ciò la costringerà inevitabilmente a confrontarsi con la sua storia e con tutte le sue contraddizioni. Entrambi gli aspetti hanno, chiaramente, un impatto diretto sul sistema energetico presente e futuro.

Una delle contraddizioni più ovvie che caratterizzano l'India risiede certamente nella sua struttura demografica: sebbene nell'ultimo decennio la percentuale degli abitanti delle aree urbane sia passata dal 28 al 32 per cento, gli abitanti delle zone rurali – che lavorano principalmente nel settore dell'agricoltura – rappresentano sempre la maggioranza. Circa 400 milioni di persone continuano a non avere accesso alla corrente elettrica.

Le differenze geografiche sono impressionanti: il grado di elettrificazione, ad esempio, oscilla fra il 97 per cento di alcuni Stati e il 10 per cento di altri, come il Bihar. Sotto il profilo energetico



tali aspetti creano non pochi problemi. Se da un lato le comunità rurali sono costrette a utilizzare le risorse energetiche primarie (30 per cento) per poter sopravvivere e produrre il cibo necessario a sfamare l'intero Paese, d'altro canto è innegabile che l'alta densità abitativa delle città mette a dura prova un sistema elettrico di per sé già carente. Le perdite "non tecniche" del sistema elettrico sono superiori al 25 per cento sull'intero territorio nazionale e raggiungono il 60 per cento in alcuni Stati.

Oltre a tale carenza infrastrutturale, bisogna tener conto del tessuto istituzionale. Dopo aver raggiunto l'indipendenza nel 1947, dal 1950 l'Unione Indiana è una repubblica federale, attualmente costituita da 28 Stati che beneficiano di una notevole autonomia rispetto al governo centrale; una struttura organizzativa che rivela alcune inevitabili carenze.

A dispetto della criticità di questi fattori, il Paese continua a crescere con incredibile rapidità: i numeri parlano chiaro, soprattutto quelli associati al consumo energetico.

Il profilo energetico

Negli ultimi cinque anni l'India è stata una delle economie mondiali in più rapida espansione. Questo exploit ha avuto notevoli ripercussioni sul consumo di energia, che ogni anno è aumen-



tato mediamente dell'8-11 per cento. Particolarmente significativo è stato l'incremento annuo del consumo di gas (10,5 per cento) e di petrolio (9,6 per cento).

In base alle disposizioni per i prossimi piani quinquennali (2012-2017 e 2017-2022) da qui al 2050, il trend di crescita dovrebbe consentire all'India di superare la Cina, *sparring partner* ufficioso in questa corsa all'espansione.

Se nel 2011 l'India è stato uno dei Paesi che ha consumato il maggior quantitativo di energia primaria in termini assoluti e a livello planetario (720 Mtep, terza dopo la Cina e gli Stati Uniti), per quanto concerne la domanda annua pro capite attualmente questa nazione si assesta ben al di sotto delle posizioni di metà classifica.

In termini di fonti, il carbone e il petrolio coprono oltre quattro quinti del consumo di energia primaria, attestandosi ben al di sopra del gas (9,8 per cento), dell'energia idroelettrica (5,3 per cento), delle altre energie rinnovabili e del nucleare. Proprio questo mix "ad alto contenuto di combustibili fossili" colloca l'India al terzo posto - preceduta da Stati Uniti e Cina - per ciò che attiene alle emissioni di CO₂. E si prevede che nel 2030 la sua impronta di carbonio (oggi pari a circa 1,6 Gt/anno) sia destinata a raddoppiare.

Dei 220 GW del sistema elettrico utilizzati alla fine del 2012, due terzi sono generati da impianti a combustibile fossile (58 per cento

carbone e 9 per cento gas), a fronte del 19 per cento generato dai grandi impianti idroelettrici (oltre i 25 MW di potenza unitaria) cui si aggiungono un 12 per cento di rinnovabili e un 2 per cento di nucleare. Tra le fonti rinnovabili, l'energia eolica è al primo posto con i suoi 18.321 MW di potenza installata (pari al 71 per cento del totale delle energie rinnovabili). Seguono il piccolo idroelettrico (centrali che generano meno di 25 MW), la cogenerazione, le biomasse e l'energia solare.

In termini di energia, l'80 per cento dei circa 1.000 TWh di elettricità prodotta è generato da impianti termoelettrici, il 12 per cento da impianti idroelettrici, il 3 per cento dal nucleare e un altro 3 per cento dall'eolico. Meno del 2 per cento proviene da altre fonti.

A fronte dei 55 GW messi in esercizio nell'ultimo quinquennio (di cui 20 GW solo nel 2012), il sistema elettrico ha raggiunto un picco di produzione pari a 150 GW. Pur delineandosi un livello apprezzabile di crescita, non è stato comunque raggiunto l'obiettivo fissato per il piano quinquennale 2007-2012, che prevedeva la realizzazione di ben 78 GW.

Il XII piano quinquennale 2012-2017 prevede l'immissione in rete di ulteriori 76 GW, come scenario di riferimento per l'energia convenzionale, e di altri 20 GW per le sole rinnovabili (50 per cento eolico, 33 solare, 9 biomasse e 8 mini-idroelettrico).

Dei 76 GW di energia "convenzionale" presenti sullo scenario di riferimento, 63 dovrebbero spettare al carbone, 9,2 all'energia idroelettrica, 2,8 al nucleare e 1 al gas. Uno scenario alternativo "ad alto tenore di gas" per questo stesso periodo prevede invece di portare a 12 GW il contributo delle centrali a gas naturale.

Secondo quanto indicato dal piano strategico, nel quinquennio successivo si prevede un ulteriore incremento pari a 93,5 GW generati da impianti convenzionali, per arrivare al 2022 ad un parco installato di 450 GW complessivi, di cui 20 provenienti dal fotovoltaico e 45 dall'eolico. Si ipotizza che il settore privato fornirà il 57 per cento degli investimenti totali necessari per raggiungere questo ambizioso obiettivo.

L'energia nucleare rappresenta un fattore di notevole criticità; non a caso la politica di sviluppo di questa fonte è gestita direttamente dal primo ministro. Il Dipartimento Indiano dell'Energia Atomica (DAE) ha confermato un piano di crescita che richiede decine di GW. Nondimeno, con il nucleare la partita si gioca per lo più sul fronte politico e diplomatico. I tragici eventi di Fukushima hanno avuto un ruolo di spicco nel portare alla luce un aspetto chiave come quello delle responsabilità in caso di incidenti gravissimi. Per gli investitori, i fornitori di tecnologie e i governi locali, queste responsabilità sono tuttavia difficili da accettare.

Le fonti rinnovabili

Lo sviluppo delle rinnovabili merita un discorso a parte. Se da un lato è innegabile che il punto focale dell'espansione sarà rappresentato dai combustibili fossili, dall'altro vale la pena soffermarsi sull'impegno attualmente profuso dal Paese per aprire un varco alla tecnologia verde che prevede anche la creazione di un ministero dedicato esclusivamente alle FER. Fra gli altri progetti, troviamo diverse collaborazioni e partenariati tecnologici con i Paesi occidentali in grado di favorire la tempestiva applicazione delle tecnologie di produzione più efficienti e innovative. Tra le fonti alternative, la più promettente è certamente quella eolica che, non



Il gigante indiano

a caso, è il più sviluppato. Nel 2012, la capacità installata di 18 GW ha permesso all'India di diventare il quinto mercato più importante a livello planetario per la produzione *wind*. Tuttavia, questi risultati impallidiscono al confronto con il potenziale inesauribile di regioni come il Karnataka, il Rajasthan e il Gujarat...

Anche l'energia solare ha enormi prospettive di sviluppo, giacché l'India si trova in una delle regioni più assolate del Pianeta, con una radiazione solare diretta (DNI) che oscilla fra i 4,5 kWh/m² al giorno nel Sud e i 6 kWh/m² al giorno nel Nord. Il Gujarat e il Rajasthan, situati nell'area settentrionale, potrebbero generare una potenza annua di 1.800 kWh per kW installato, utilizzando impianti FV (fotovoltaici) convenzionali, per salire a quota 2.200 kWh utilizzando impianti CPV. Il fotovoltaico a concentrazione è una tecnologia molto interessante, che vale la pena prendere in considerazione per queste aree.

Nell'India meridionale (Karnataka), gli impianti FV convenzionali possono generare 1.500 kWh/anno per kW. Pur essendo inferiore rispetto al Nord, questa potenza è 1,5 volte maggiore rispetto alla media mondiale. Il che rende il fotovoltaico una soluzione comunque estremamente valida.

La rete

Il sistema elettrico è suddiviso in cinque sottosistemi principali: Nord, Ovest, Est, Nord-Est e Sud. Quest'ultimo funziona in modo "asincrono" rispetto agli altri sistemi ed è collegato ai sottosistemi Est e Ovest mediante vari collegamenti in corrente continua (CC). La rete elettrica nazionale deve interagire con le ESCO (società di servizi energetici) dei 28 Stati indiani, creando tutta una serie di procedure burocratiche complesse, in un Paese che si scontra con una massiccia opposizione a livello locale per ciò che riguarda la posa di nuove linee di trasmissione, specie nelle aree densamente popolate. In un simile scenario caotico e fuorviante, la concessione di un semplice permesso per la costruzione di una nuova linea può divenire un'impresa titanica.

La rete indiana non è allacciata ai Paesi confinanti e costituisce una sorta di "isola energetica". Per questo motivo, fra i progetti ipotizzati va annoverata la creazione di interconnessioni di reti locali con il Nepal e lo Sri Lanka.

Il XIII piano quinquennale (2017-2022) prende l'avvio dall'esigenza di potenziare la capacità delle linee esistenti orientandosi verso CC ±800 kV e CA 1.200 kV, stabilendo un autentico primato mondiale. Lo stesso piano prevede l'aggiunta di 25.000 chilometri di linee in corrente alternata da 765 kV, di 50.000 km sempre in CA da 400 kV e di 40.000 chilometri da 220 kV. A questi vanno aggiunti 6.000 km di UHVDC (trasmissione ad altissima tensione in corrente continua). L'implementazione di questi interventi richiede un investimento di oltre 50 miliardi di dollari, pari al 21 per cento di tutti gli investimenti programmati nel comparto elettricità.

Per garantire l'accesso all'elettricità in gran parte delle aree più remote del Paese, che non sono allacciate alla rete nazionale, il metodo più efficace a breve termine sembrerebbe verosimilmente ravvisabile nella realizzazione di impianti non collegati alla rete, ma comunque in grado di abbinare l'impiego delle tecnologie più innovative applicate alle energie rinnovabili.

Si sta attualmente valutando l'opportunità di condurre una serie di esperimenti utilizzando i contatori digitali al fine di migliorare il sistema di distribuzione. Non è esclusa la successiva loro applicazione volta ad agevolare, fra l'altro, la riduzione delle perdite di natura non tecnica.

Consulenza italiana ad alta tensione

Come abbiamo avuto modo di leggere, è in atto una crescita fenomenale del comparto elettricità sul territorio dell'India. Ciò richiede giocoforza la realizzazione di un'infrastruttura per la trasmissione e la distribuzione che consenta all'energia elettrica di raggiungere in modo efficace i singoli fruitori. Poiché la rete elettrica nazionale è in grado di conformarsi ai più elevati standard internazionali, ogni singolo componente dovrà essere sottoposto a una rigorosa fase di verifica prima di poter essere utilizzato. Ora come ora, le strutture preposte allo svolgimento di

Politica energetica e crescita

Il colosso indiano ha fatto enormi progressi. Lo sviluppo industriale e il miglioramento della qualità della vita, specie nelle aree urbane, sono culminati in una crescita esponenziale del consumo di energia. Ora come ora, la decisione di intervenire sul comparto energetico costituisce un fattore prioritario per non compromettere la crescita, favorendo innanzitutto una migliore qualità della vita per la popolazione, specie nelle zone rurali dove a un'elevata percentuale di abitanti è tuttora precluso l'accesso diretto alle forme di energia moderne. Urge un'azione finalizzata all'elaborazione di una normativa e di una politica in relazione alle tecnologie e alle infrastrutture.

Tali provvedimenti dovranno essere associati a una politica ambientale volta a ridurre le emissioni e a tutelare l'ecosistema. Il gas e il carbone importati continueranno a rappresentare le principali fonti, generando un effetto importante sulla bilancia commerciale. Lo sviluppo dell'energia rinnovabile – in considerazione del grande potenziale espresso da questo comparto – dovrà essere condotto sfruttando la tecnologia più avanzata di cui si dispone, per creare i presupposti che consentano al Paese di compiere rapidi progressi a costi contenuti.

Ora più che mai, sul piano strategico risulta dunque essenziale, per garantire un futuro al subcontinente indiano, stabilire una cooperazione stretta e costante con i Paesi occidentali.



Centrale nucleare di Koodankulam

collaudi e verifiche presenti sul territorio indiano possono gestire le prove di corto circuito dei trasformatori fino a 90 MVA. Data la carenza di strutture dedicate alle prove di corto circuito, finora i trasformatori di potenza di grandi dimensioni (soprattutto 100 MVA e oltre) sono stati spediti ai laboratori prove e collaudi di altri Paesi.

Su iniziativa del Ministero dell'Energia, il National High Power Test Laboratory (NHPTL), una joint venture che riunisce NTPC, NHPC, POWERGRID, DVC e CPRI, è stato incorporato nell'intento di realizzare in India una Struttura per le Prove di Corto Circuito sulle Linee ad Alta Tensione, pienamente autonoma, costruita a regola d'arte, gestita

professionalmente e di respiro internazionale.

Questa struttura garantirà l'esecuzione di una gamma completa di prove di corto circuito per conto delle aziende produttrici di macchinari ed equipaggiamenti elettrici destinati al mercato internazionale, ma anche delle società di distribuzione dell'energia elettrica operanti sul territorio nazionale, in ottemperanza alle normative indiane e internazionali. CESI è stata designata come consulente tecnico di NHPTL. Si tratta dell'ultimo passo avanti compiuto nell'ambito di un solido rapporto instaurato 30 anni fa, quando CESI stessa aiutò il Central Power Research Institute a realizzare il Laboratorio Nazionale per le Prove in Alta Tensione di Bangalore.