



POLITECNICO  
DI TORINO



# MED & Italian Energy Report 2020

## Presentazione del 2° Rapporto Annuale

Speaker

**ETTORE BOMPARD**

Direttore ESL@Energy Center

Politecnico di Torino

**WEBINAR | 22 luglio 2020**



# **La transizione energetica come fonte di un nuovo dialogo energetico tra Europa e Africa**



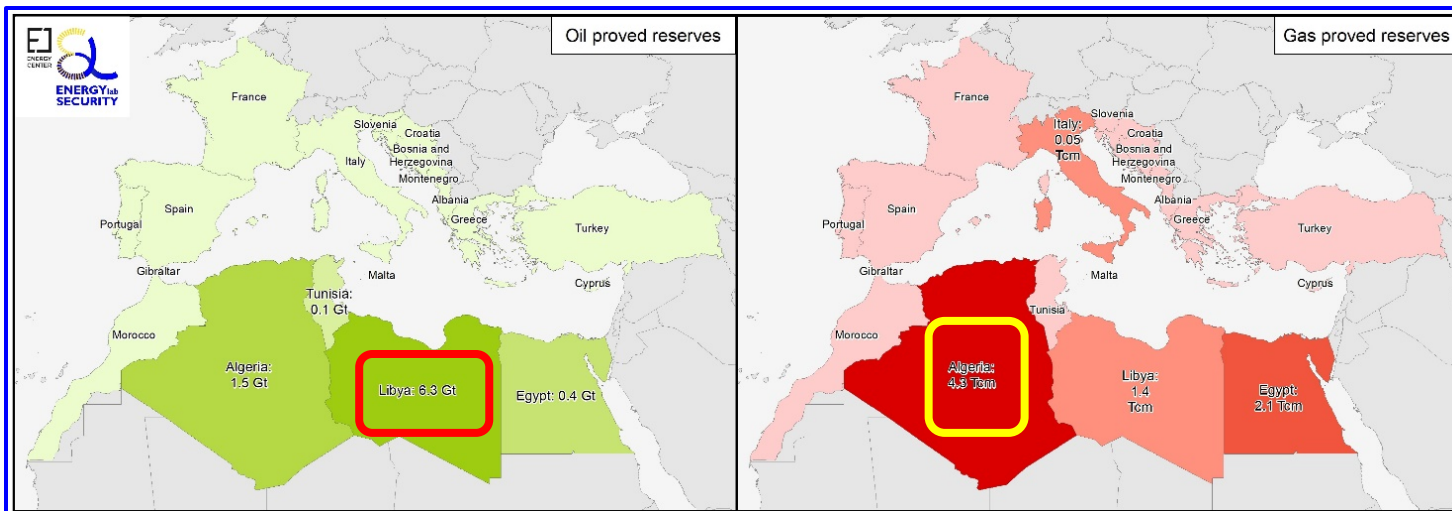


# OUTLINE



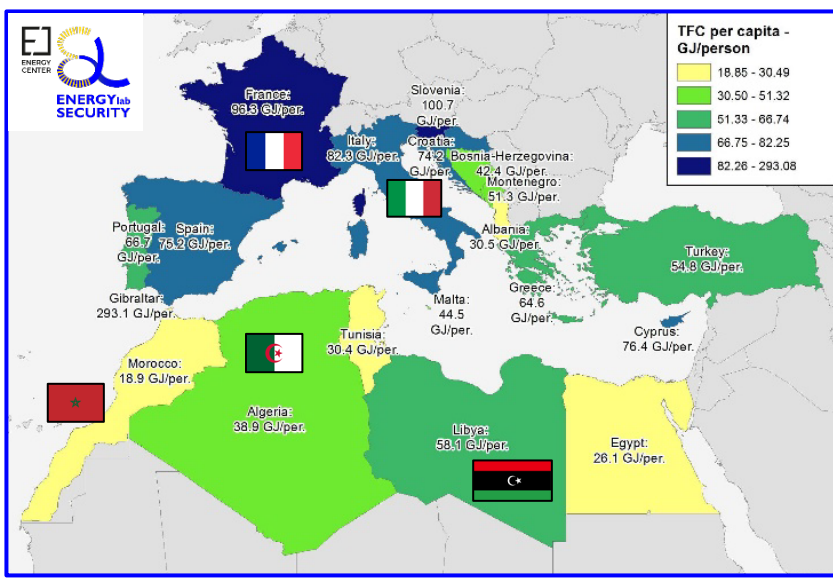
- La **situazione energetica** e l'attuale **dialogo energetico** nel Mediterraneo
- La **transizione energetica** e un **nuovo dialogo energetico**
- La necessità dello **stoccaggio** e l'**interazione** tra **commodity**
- Un **caso studio** sull'area mediterranea:
  - Scenari di **producibilità**
  - Scenari di **domanda**
  - Scenari **aggregati**
- **Infrastrutture elettriche** attraverso il Mediterraneo
- Possibile **scambio** tra **Africa** ed **Europa**
- La piattaforma **ENEMED<sub>RES</sub>**
- **Conclusioni**





- Il Nord Africa detiene:
  - il **3.4%** delle riserve mondiali di **petrolio** (8.3 Gt, soprattutto in Libia)
  - il **4%** delle riserve mondiali di **gas naturale** (7.9 Tmc, soprattutto in Algeria)

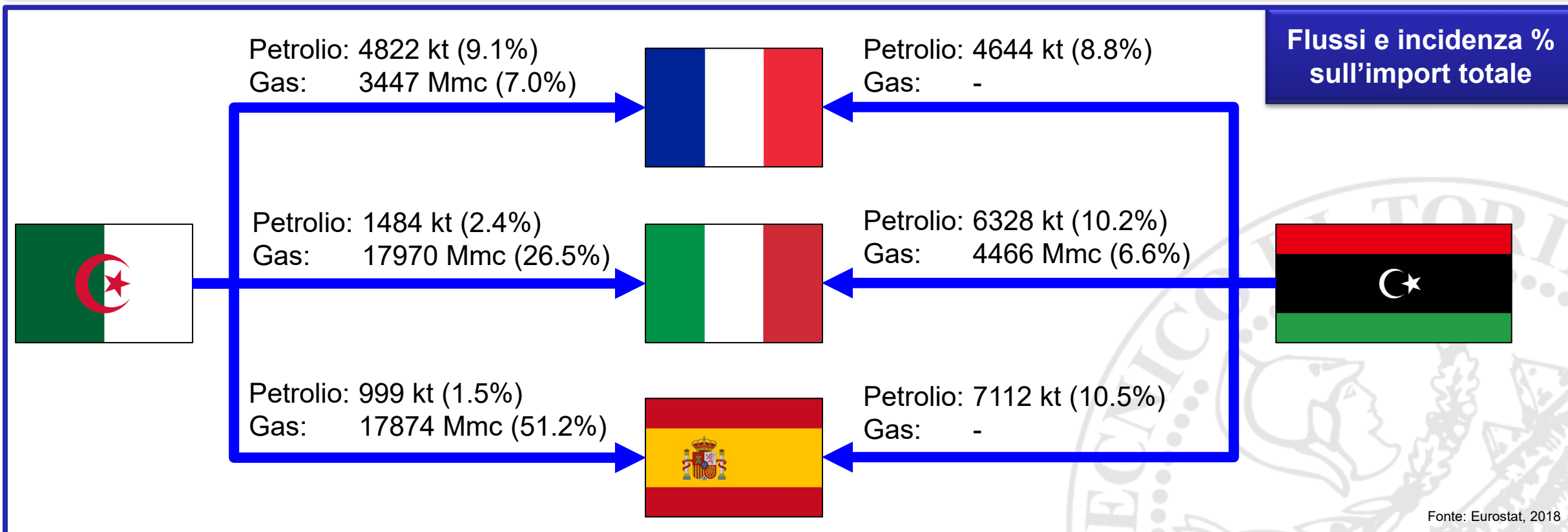
Fonti: IEA Statistics (dati 2017), BP Statistical Review of World Energy 2019 (dati 2018)



	TFC p.c.	GDP PPP p.c.
	= 5.1 volte	5.1 volte
	= 1.9 volte	2.5 volte
	= 1.4 volte	2.0 volte

- Nonostante il trend crescente, il **TFC p.c.** della sponda **Sud** è << di quella **Nord**
- Il Nord Africa ha **bassi ratei di elettrificazione** (12.6% Algeria, 13.7% Libia); solo l'Egitto (22.5%) è comparabile col Sud Europa (21.1% Italia, 24.3% Francia, 24.1% Spagna)
- La **penetrazione di FER** nella generazione elettrica è nulla in Libia, 1% in Algeria, 3% in Tunisia, 9% in Egitto, 14% in Marocco, mentre in Europa (tranne la Francia) è in genere > 25%

- Il dialogo energetico attuale è basato su un flusso di commodity fossili (oil & gas) da Nord Africa (soprattutto Algeria e Libia) a Europa
- Le rendite associate alla vendita di petrolio e gas naturale corrispondono al 14.5% del PIL per l'Algeria e al 38.4% per la Libia → (rentier state)





## UNA CATENA ENERGETICA BASATA SULLE FER



Le FER sono sfruttate in genere producendo direttamente energia elettrica



L'energia elettrica va trasportata ma anche stoccata



Elettificazione degli usi finali

La transizione energetica da fossili a FER può impattare molto sull'attuale configurazione del sistema energetico mediterraneo, con conseguenze economiche e sociali



### questione

- **Limitazione delle entrate** associate all'export per i paesi del Nord Africa (soprattutto Algeria e Libia e, in parte, Egitto)

### .... e prospettiva

- **Decarbonizzazione** dell'economia dei paesi nordafricani
- **Copertura** del loro **fabbisogno** elettrico, sfruttando l'alto potenziale da FER
- Creazione di **ricchezza** attraverso un **nuovo dialogo energetico** con l'Europa, basato sullo scambio di energia elettrica da FER → **sviluppo** e anche in paesi con scarse o nulle risorse fossili (Tunisia e Marocco)

➤ Le FER sono in genere caratterizzate da:

- Output non controllabile (dipendente da condizioni meteorologiche) e variabile
- Predicibilità solo con breve margine temporale

➤ Inoltre, l'esercizio dei sistemi elettrici è basato tradizionalmente su una produzione "just in time" (Potenza generata = potenza assorbita dai carichi + perdite, a ogni istante temporale)

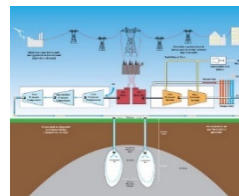


Necessità di disaccoppiare produzione e consumo →  
Necessità di sistemi di stoccaggio

Elettrochimici



CAES



Pompaggi idroelettrici



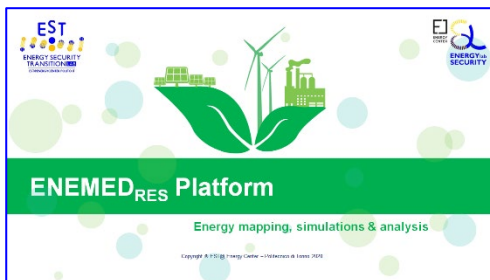
Idrogeno e Gas

...

## Possibile ruolo chiave dell'interazione tra energia elettrica, gas e idrogeno (es. Power-to-Gas)

- La tecnologia Power-to-Gas (PtG) può usare l'eccesso di energia elettrica da FER per produrre **H<sub>2</sub> via elettrolisi** e **gas naturale di sintesi (SNG)** attraverso **metanazione** → utile per risolvere problemi come l'inversione dei flussi di potenza e vincoli di rete (sovratensioni e sovraccarico di linea)
- Il PtG permette di **collegare gasdotti e rete elettrica** → **integrazione** tra vettori
- Il PtG può produrre **SNG** in Nord Africa e **trasferirlo in Europa** attraverso **gasdotti** (la cui capacità non è completamente sfruttata), aumentando la penetrazione di FER in Nord Africa e sostenendo la decarbonizzazione in Europa

Nel contesto di ENEMED 2020 – usando la piattaforma SW ENEMED<sub>RES</sub> – ci si è focalizzati sull'analisi del **potenziale di produzione elettrica da FER (PV ed eolico) in Nord Africa al 2040** e delle possibilità di **scambio con l'Europa** (attraverso nuove interconnessioni) nell'ottica di un nuovo **dialogo energetico**



**3 scenari di  
producibilità**  
(RES low,  
medium, high)



**2 scenari di  
proiezione di  
domanda**  
(Reference,  
High  
electrification)

## ANALISI DI SCENARIO

### 3 Scenari aggregati:

- **Scenario A:** RES low + Reference
- **Scenario B:** RES medium + Reference
- **Scenario C:** RES high + High electrification



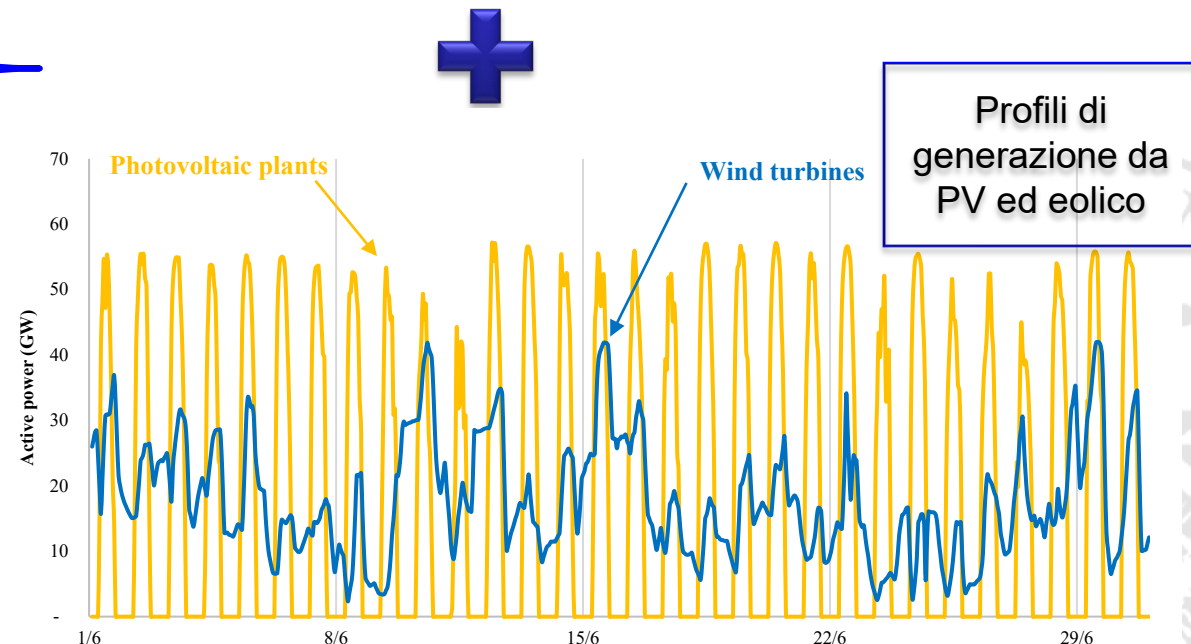
## PROUZIONE DA FER NEGLI SCENARI

- **RES low:** generazione da FER usata solo per soddisfare la domanda di energia elettrica in Nord Africa (potenza installata **≈180 GW**)
- **RES medium:** oltre al soddisfacimento del fabbisogno elettrico nordafricano, vi è un surplus disponibile per scambi tra Europa e Africa (potenza installata **≈265 GW**)
- **RES high:** significativo surplus di energia elettrica disponibile per scambi trans-Mediterranei (potenza installata **≈590 GW**)

Mediante la piattaforma ENEMEDRES, varie località del Nord Africa sono state analizzate per valutare le installazioni di impianti PV ed eolici al 2040, tenendo in considerazione diversi parametri di inclusione/esclusione (irradiazione, velocità del vento, temperatura, copertura del suolo e presenza di aree desertiche, presenza di centri abitati, altitudine, rugosità del terreno, ecc.)

## Potenza nominale dei sistemi fotovoltaici ed eolici (GW)

Paese	RES low	RES medium	RES high
Algeria	49–54	71–78	164–181
Egitto	78–87	106–117	245–270
Libia	12–13	23–26	55–61
Marocco	22–25	32–35	56–61
Tunisia	10–11	17–19	40–44
<b>TOTALE</b>	<b>173–191</b>	<b>251–277</b>	<b>561–620</b>



## DOMANDA NEGLI SCENARI

- **Reference scenario:** consumo energetico finale (TFC) e consumo elettrico al 2040 proiettati sulla base best fit dei dati storici (**TFC totale = 7606 PJ; elettrificazione = 15.0 ÷ 28.3%**)
- **High Electrification scenario:** stessa tipologia di proiezione del Reference scenario per il TFC; rateo di **elettrificazione** al 2040 posto = **50%** per tutti i paesi nordafricani

Nel **Reference Scenario** vi è un **aumento** del **consumo** totale di **energia elettrica** = **+63.7%** (tasso di crescita annuo del 2.2%), mentre **nell'High Electrification** il consumo elettrico al 2040 è **2.8 volte** quello al 2017

Proiezioni di scenario						
Scenario	Paese		2017	2020	2030	2040
Scenario 1 - Reference	Algeria	Energia elettrica [PJ]	203.0	231.6	327.1	422.6
		TFC [PJ]	1606.2	1659.4	1836.7	2014.0
		Elettrificazione [%]	12.6	14.0	17.8	21.0
	Egitto	Energia elettrica [PJ]	573.6	600.2	689.0	777.7
		TFC [PJ]	2548.0	2673.2	3090.8	3508.3
		Elettrificazione [%]	22.5	22.5	22.3	22.2
	Libia	Energia elettrica [PJ]	50.8	58.1	82.1	106.1
		TFC [PJ]	370.5	414.6	561.8	709.0
		Elettrificazione [%]	13.7	14.0	14.6	15.0
	Marocco	Energia elettrica [PJ]	116.8	134.2	191.9	249.7
		TFC [PJ]	673.7	700.9	791.9	882.9
		Elettrificazione [%]	17.3	19.1	24.2	28.3
Tunisia	Energia elettrica [PJ]	58.0	61.4	72.8	84.2	
	TFC [PJ]	349.9	368.4	430.0	491.6	
	Elettrificazione [%]	16.6	16.7	16.9	17.1	
Scenario 2 - High electrification	Algeria	Energia elettrica [PJ]	203.0	307.8	657.4	1007.0
		TFC [PJ]	1606.2	1659.4	1836.7	2014.0
		Elettrificazione [%]	12.6	18.6	35.8	50.0
	Egitto	Energia elettrica [PJ]	573.6	727.6	1240.9	1754.1
		TFC [PJ]	2548.0	2673.2	3090.8	3508.3
		Elettrificazione [%]	22.5	27.2	40.1	50.0
	Libia	Energia elettrica [PJ]	50.8	90.5	222.5	354.5
		TFC [PJ]	370.5	414.6	561.8	709.0
		Elettrificazione [%]	13.7	21.8	39.6	50.0
	Marocco	Energia elettrica [PJ]	116.8	159.2	300.3	441.4
		TFC [PJ]	673.7	700.9	791.9	882.9
		Elettrificazione [%]	17.3	22.7	37.9	50.0
Tunisia	Energia elettrica [PJ]	58.0	82.5	164.2	245.8	
	TFC [PJ]	349.9	368.4	430.0	491.6	
	Elettrificazione [%]	16.6	22.4	38.2	50.0	

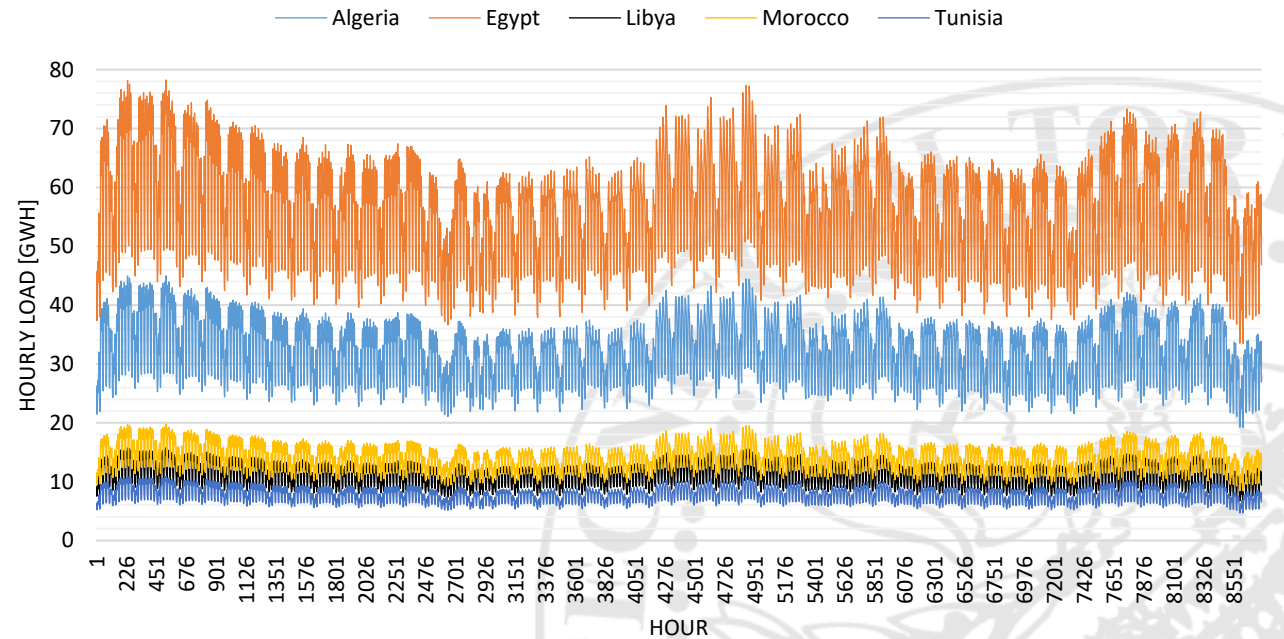
## SCENARI

- **Scenario A:** RES low + Reference
- **Scenario B:** RES medium + Reference
- **Scenario C:** RES high + High electrification

Negli scenari B and C, viene generato un considerevole **surplus annuo esportabile** verso l'estero (in particolare, l'Europa):

- **> 200 TWh** (26 ÷ 51% della produzione dei singoli paesi) per lo Scenario B
- **≈ 420 TWh** (29% della produzione totale nordafricana) per lo Scenario C

Paese	Scenario A		Scenario B		Scenario C	
	Carico [TWh]	Surplus [TWh]	Carico [TWh]	Surplus [TWh]	Carico [TWh]	Surplus [TWh]
Algeria	117	0	117	52	280	112
Egitto	216	0	216	77	487	194
Libia	29	0	29	30	98	40
Marocco	69	0	69	29	123	49
Tunisia	23	0	23	18	68	28
<b>TOTALE</b>	456	<b>0</b>	456	<b>205</b>	1056	<b>423</b>





# INFRASTRUTTURE ELETTRICHE ATTRAVERSO IL MEDITERRANEO

## ➤ LINEE ATTUALI:

10 operative; capacità totale = 5 GW

## ➤ LINEE FUTURE:

3 in costruzione

9 in fase di concessione

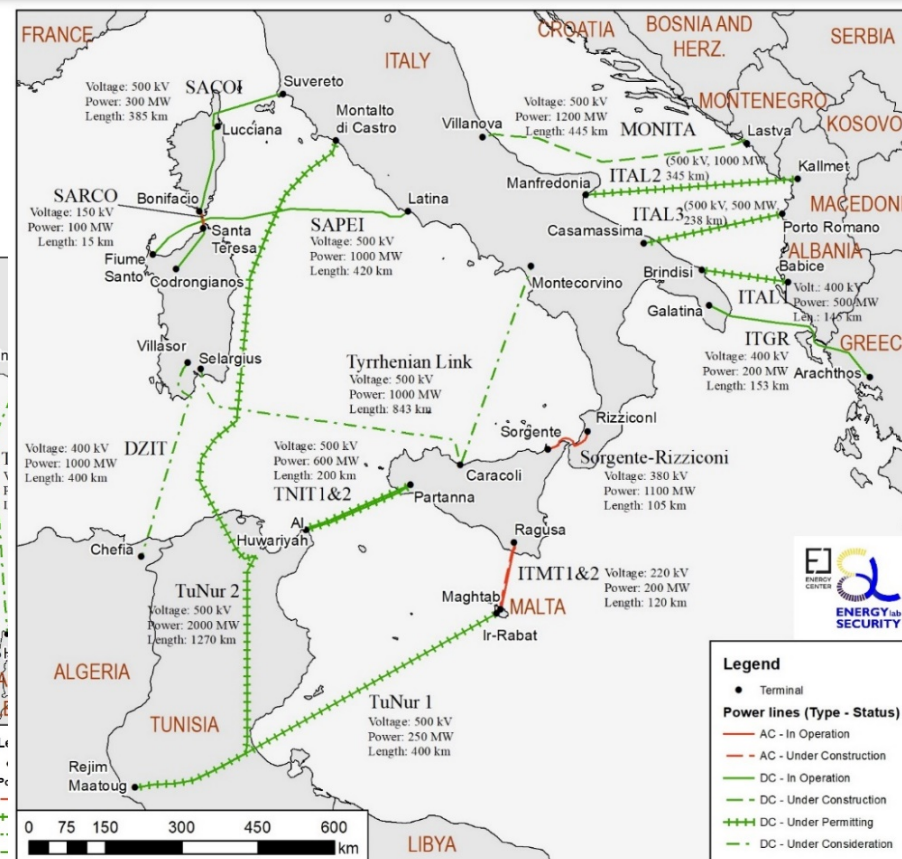
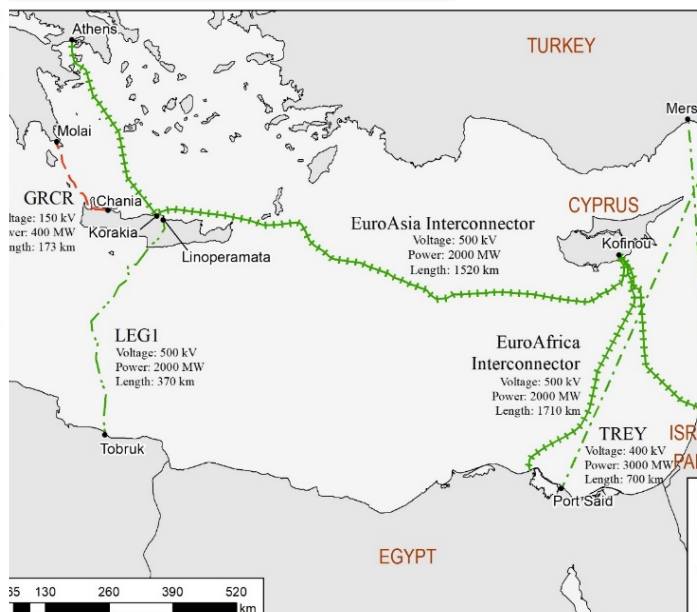
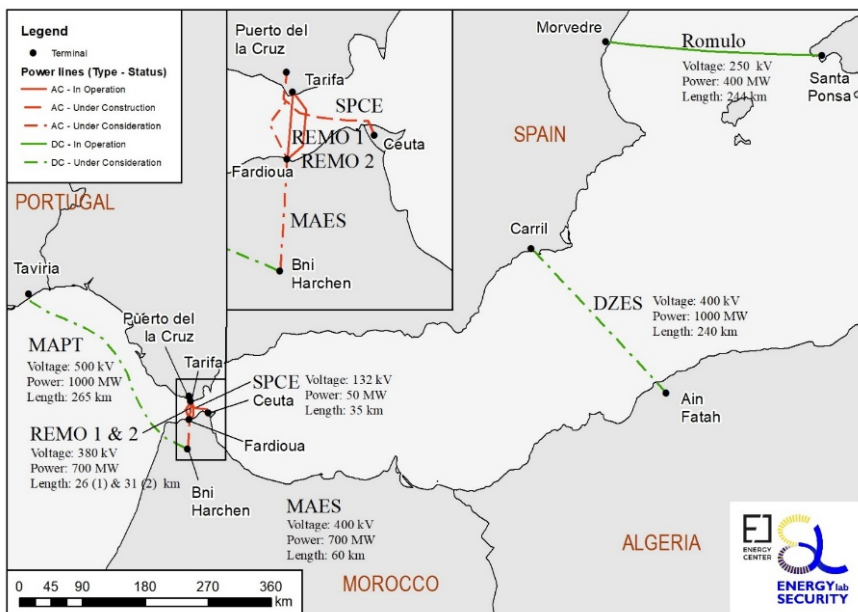
1 pianificata

7 in discussione

Capacità totale = 20.8 GW

Investimenti = 21 G€

L'uso di gasdotti esistenti per trasportare SNG in alternativa alle interconnessioni elettriche è affetto dalla bassa efficienza della catena PtG, che trasferisce al punto di consumo solo il 44% dell'energia primaria, contro il 98.4% di linee HVDC (svantaggio: investimenti per la loro realizzazione, con un uso non ottimizzato causa variabilità delle FER)

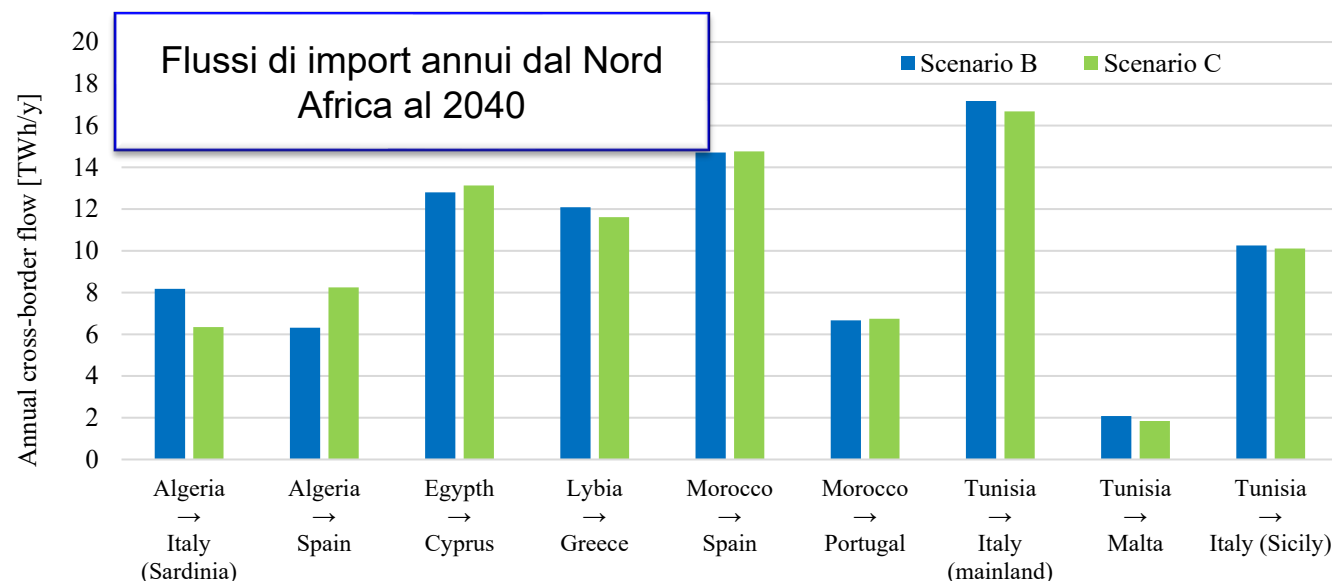




- Il flusso di energia elettrica da FER dal Nord Africa negli scenari B e C è **≈ il 45% dell'import totale** di en. elettrica in Europa
- Il flusso di **import** è solo il **44.0%** (Scenario **B**) e il **21.2%** (Scenario **C**) **del surplus annuo** disponibile in Nord Africa, soprattutto a causa della limitata capacità complessiva delle interconnessioni ipotizzate (12,55 GW)
- L'import totale dal Nord Africa (**≈ 90 TWh/y**) è l'82% del flusso massimo teorico attraverso queste linee
- Tale import rappresenta solo il **2.4% della domanda** totale **europea** di energia elettrica in entrambi gli scenari
- In una prospettiva di mercato, l'import di energia elettrica da FER, tuttavia, potrebbe comportare una riduzione dei prezzi europei, con conseguenti risparmi economici

Import di energia elettrica dal Nord Africa per scenario al 2040

	Scenario A		Scenario B		Scenario C	
	Valore	p.u.	Valore	p.u.	Valore	p.u.
Import dal Nord Africa [TWh/y]	0.0	-	90.3	-	89.5	-
Import totale [TWh/y]	111.3	1.00	198.4	1.78	197.7	1.78
Surplus disponibile [TWh/y]	0.0	-	205.0	-	423.0	-
Massimo flusso annuo importabile [TWh/y]	110.2	1.00	110.2	1.00	110.2	1.00
Domanda annua di en. elettr. europea [TWh/y]	3701.1	1.00	3706.0	1.00	3706.2	1.00
Import dal N.A. rispetto all'import totale [%]	0.0	-	45.5	-	45.3	-
Import dal N.A. rispetto all'import max. [%]	0.0	-	81.9	-	81.2	-
Import dal N.A. rispetto al surplus [%]	-	-	44.0	-	21.2	-
Import dal N.A. rispetto alla domanda annua Europea [%]	0.0	-	2.4	-	2.4	-



- La **transizione energetica** verso le FER rappresenta una sfida per l'intero bacino del Mediterraneo, con rilevanti **impatti** attesi **sull'attuale** struttura dei **sistemi** energetici (ancora fortemente **ancorati** alle **fonti fossili**)
- Per i **paesi nordafricani**, il cambio di paradigma, sfruttando l'elevato potenziale da FER, potrebbe – oltre a decarbonizzare il sistema – **generare** nuova **ricchezza** e produrre, in cascata, **sviluppo** economico e sociale,
- **L'Europa** potrebbe beneficiare di un **nuovo dialogo energetico** col **Nord Africa** basato sulle energie rinnovabili, con **l'energia elettrica** da FER come commodity cardine del sistema, che consentirebbe benefici in termini di sostenibilità ambientale e di risparmio economico
- Questo richiederà tuttavia **significativi investimenti infrastrutturali**, sia in termini di realizzazione di impianti in Nord Africa che di interconnessioni attraverso il Mediterraneo, in un contesto di rischio geopolitico
- In prospettiva, sarà necessario sincronizzare **l'interazione** tra **commodity** (energia elettrica, idrogeno, gas) a supporto della transizione energetica
- Emerge quindi la necessità di svolgere **analisi** di **pianificazione** a **supporto** del processo di **decisione politica** che sfruttino **strumenti** «science-based» in grado di valutare **impatti multi-dimensionali** mediante analisi di scenario quanto più possibile integrate

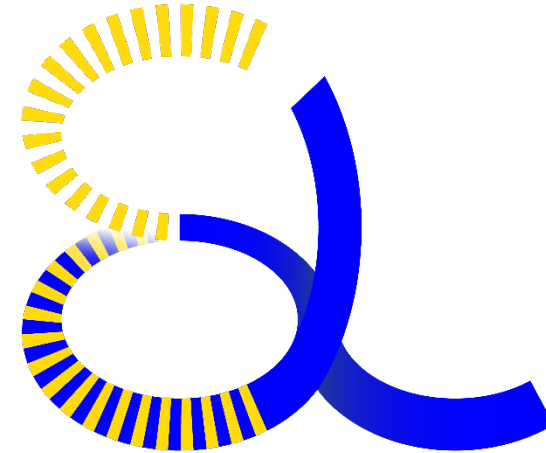


**ENERGY SECURITY  
TRANSITION LAB**

[EST@ENERGYCENTER.POLITO.IT](mailto:EST@ENERGYCENTER.POLITO.IT)

[est@polito.it](mailto:est@polito.it)

[www.est.polito.it](http://www.est.polito.it)



**ENERGYlab  
SECURITY**

[info-esl@polito.it](mailto:info-esl@polito.it)

[www.esl.polito.it](http://www.esl.polito.it)