



# Modelización de la energía y la flexibilidad

## Hands-on 5 (macOS)

Utilice la siguiente cita para:

- **Este ejercicio**

Tan, N., Cannone, C., Kell, A., Howells, Mark. (2022, enero). Hands-on 5 (macOS): Energy and Flexibility Modelling. <http://doi.org/10.5281/zenodo.5920543>

- **Software clicSANDMac**

Cannone, C., Tan, N., Kell, A., de Wet, N., Howells, M., Yeganyan, R. (2021). clicSANDMac [software informático]. <http://doi.org/10.5281/zenodo.5879056>

- **Foro Google de OSeMOSYS**

Por favor, regístrese en el foro de ayuda de Google [aquí](#). Si estás atascado, por favor, haz preguntas aquí. Si avanzas, por favor responde a las preguntas en el mismo foro. Por favor, indique que está utilizando la interfaz 'clicSAND'.

---

## Resultados del aprendizaje

Al final de este ejercicio, serás capaz de:

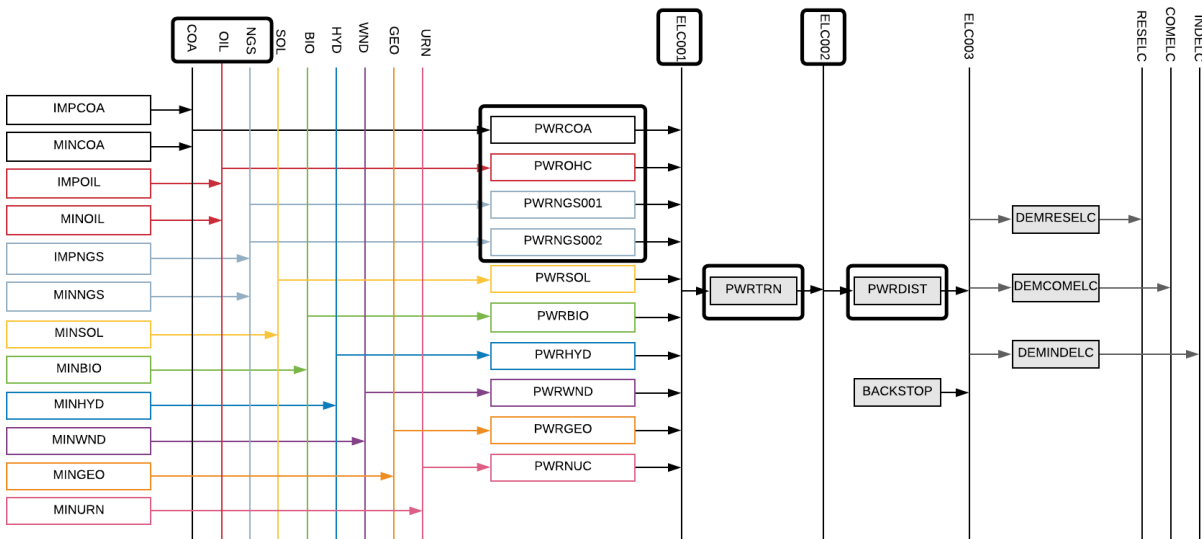
- (1) Definir una central térmica existente que toma combustible para generar electricidad
- (2) Definir la red de transporte existente
- (3) Definir la red de distribución existente
- (4) Ejecute el modelo y compruebe los resultados sobre la producción por tecnología y la capacidad de cada tecnología



# Definir una central térmica existente que toma combustible para generar electricidad

En la clase 6, aprendimos cómo representar una tecnología en OSeMOSYS y qué parámetros caracterizan las plantas de energía térmica y las tecnologías de transmisión y distribución.

En este Hands-On, añadiremos 6 tecnologías en total: 4 centrales térmicas, 1 tecnología que representa el sistema de transmisión y 1 para la red de distribución. Se añadirán dos nuevos combustibles al modelo: **ELC001** (Electricidad procedente directamente de las centrales) y **ELC002** (Electricidad después de la transmisión). Construiremos esta parte de la FER:



Para representar una central térmica, recuerda que los siguientes **parámetros** debe ser considerado:

- **InputActivityRatio**: define la tasa de combustible consumido (es decir, el carbón)
- **OutputActivityRatio**: define el combustible suministrado (es decir, la electricidad)
- **CapacityToAcitivityUnit**: se utiliza para convertir los datos relacionados con la Capacidad de la tecnología en la Actividad que puede generar. En el caso de la



tecnología de suministro primario, este valor debe fijarse en 1.

- **Coste fijo:** define el coste fijo de explotación y mantenimiento (\$/kW)



- **CapitalCost**: define el coste de inversión nocturno de la planta (\$/kW)
- **OperationalLife**: define la vida útil de la tecnología (en años)
- **ResidualCapacity**: define la capacidad existente de la tecnología (en GW) y su desmantelamiento previsto.
- **Factores de capacidad**: representa la variabilidad de la generación en cada momento.

Añadamos **PWRCOA**: la tecnología que representa una central eléctrica de carbón.

1. Vaya a SETS y en la celda B10 cambie el nombre de "TEC007" a "**PWRCOA**" y el descripción a "**Central Eléctrica de Carbón**". De este modo, añadimos al modelo la tecnología que transformará el carbón (**COA**) en electricidad (**ELC001**).
2. Ahora vamos a añadir la **electricidad de las centrales eléctricas** en la celda E7 siguiendo el mismo procedimiento.
3. A continuación, vaya a la hoja de parámetros y filtre en la columna C para **PWRCOA** (como se hizo anteriormente).
4. Añada los datos de **PRWCOA** como en las tablas siguientes y como se indica en el [archivo DataPrep](#).

- a. **InputActivityRatio**: elija la fila de Combustible de Carbón (Celda K21514) y añada los datos de 2015 a 2070

1	Parameter	TECHNOLOGY	FUEL	variables	2015	2016	2017	2018	2019	2020
21513	InputActivityRatio	PWRCOA	ELC003		0	0	0	0	0	0
21514	InputActivityRatio	PWRCOA	COA		2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
21515	InputActivityRatio	PWRCOA	OIL		0	0	0	0	0	0

- b. **OutputActivityRatio**:

Parameter	TECHNOLOGY	FUEL	Time independent variat	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
31672	OutputActivityRatio	PWRCOA	ELC003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31673	OutputActivityRatio	PWRCOA	COA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31674	OutputActivityRatio	PWRCOA	OIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31675	OutputActivityRatio	PWRCOA	NGS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31676	OutputActivityRatio	PWRCOA	ELC001	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31677	OutputActivityRatio	PWRCOA	COM006	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- c. **CapacityToActivityUnit**, **CapitalCost** y **FixedCost** respectivamente en las filas 19571, 19770 y 20971.

1	Parameter	TECHNOLOGY	FUEL	Time independent variables	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
19571	CapacityToActivityUnit	PWRCOA		31536									
19770	CapitalCost	PWRCOA			1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
20971	FixedCost	PWRCOA			65	65	65	65	65	65	65	65	65
21513	InputActivityRatio	PWRCOA	ELC003		0	0	0	0	0	0	0	0	0
21514	InputActivityRatio	PWRCOA	COA		2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56



d. **OperationalLife**

21560	InputActivityRatio	PWRCOA	COM048		0	0
21561	InputActivityRatio	PWRCOA	COM049		0	0
21562	InputActivityRatio	PWRCOA	COM050		0	0
31130	OperationalLife	PWRCOA		35		
31672	OutputActivityRatio	PWRCOA	ELC003		0	0
31673	OutputActivityRatio	PWRCOA	COA		0	0
31674	OutputActivityRatio	PWRCOA	OIL		0	0
31675	OutputActivityRatio	PWRCOA	NGS		0	0
31676	OutputActivityRatio	PWRCOA	ELC001		1	1

- e. **Capacidad residual:** define la capacidad existente de la tecnología (en GW) y su desmantelamiento previsto
- f. **Factores de capacidad:** representa la variabilidad de la generación en cada momento. Es necesario definir los valores de los factores de capacidad para todos los años de modelización desde 2015 hasta 2070. Por lo tanto, copie y pegue los datos disponibles en el archivo Data Prep (**de J48 a J143**) para el año 2015. A continuación, copie y pegue los **mismos valores** para todos los años hasta la columna BM correspondiente a 2070.

1	Parameter	TECHNOLOGY	TIMESLICE	2015	2016	2070
69	AvailabilityFactor	PWRCOA		1	1	
70	AvailabilityFactor	PWRCHC		1	1	
71	AvailabilityFactor	PWRNGS001		1	1	
72	AvailabilityFactor	PWRNGS002		1	1	
73	AvailabilityFactor	PWRTRM		1	1	
74	AvailabilityFactor	PWRDIST		1	1	
933	CapacityFactor	PWRCOA	S101	0.85	0.85	
934	CapacityFactor	PWRCOA	S102	0.85	0.85	
935	CapacityFactor	PWRCOA	S103	0.85	0.85	
936	CapacityFactor	PWRCOA	S104	0.85	0.85	
937	CapacityFactor	PWRCOA	S105	0.85	0.85	
938	CapacityFactor	PWRCOA	S106	0.85	0.85	
939	CapacityFactor	PWRCOA	S107	0.85	0.85	
940	CapacityFactor	PWRCOA	S108	0.85	0.85	
941	CapacityFactor	PWRCOA	S109	0.85	0.85	
942	CapacityFactor	PWRCOA	S110	0.85	0.85	
943	CapacityFactor	PWRCOA	S111	0.85	0.85	
944	CapacityFactor	PWRCOA	S112	0.85	0.85	
945	CapacityFactor	PWRCOA	S113	0.85	0.85	
946	CapacityFactor	PWRCOA	S114	0.85	0.85	
947	CapacityFactor	PWRCOA	S115	0.85	0.85	
948	CapacityFactor	PWRCOA	S116	0.85	0.85	
949	CapacityFactor	PWRCOA	S117	0.85	0.85	
950	CapacityFactor	PWRCOA	S118	0.85	0.85	
951	CapacityFactor	PWRCOA	S119	0.85	0.85	
952	CapacityFactor	PWRCOA	S120	0.85	0.85	
953	CapacityFactor	PWRCOA	S121	0.85	0.85	
954	CapacityFactor	PWRCOA	S122	0.85	0.85	
955	CapacityFactor	PWRCOA	S123	0.85	0.85	
956	CapacityFactor	PWRCOA	S124	0.85	0.85	
957	CapacityFactor	PWRCOA	S201	0.85	0.85	
958	CapacityFactor	PWRCOA	S202	0.85	0.85	
959	CapacityFactor	PWRCOA	S203	0.85	0.85	
960	CapacityFactor	PWRCOA	S204	0.85	0.85	
961	CapacityFactor	PWRCOA	S205	0.85	0.85	
962	CapacityFactor	PWRCOA	S206	0.85	0.85	
963	CapacityFactor	PWRCOA	S207	0.85	0.85	
964	CapacityFactor	PWRCOA	S208	0.85	0.85	
965	CapacityFactor	PWRCOA	S209	0.85	0.85	
966	CapacityFactor	PWRCOA	S210	0.85	0.85	
967	CapacityFactor	PWRCOA	S211	0.85	0.85	
968	CapacityFactor	PWRCOA	S212	0.85	0.85	
969	CapacityFactor	PWRCOA	S213	0.85	0.85	
970	CapacityFactor	PWRCOA	S214	0.85	0.85	
971	CapacityFactor	PWRCOA	S215	0.85	0.85	



Para **PWRCOA**, sólo en este ejercicio específico, **ResidualCapacity** será 0 porque se asumió que en esta región ideal no existían centrales de carbón instaladas antes de 2015.

**Consejo:** esto no es cierto para **PWROHC** (tecnología de centrales petrolíferas que añadiremos a continuación), asegúrese de añadir la Capacidad Residual para esta tecnología en su modelo!

Repita los mismos pasos para:

- 1) **PWROHC** - Central eléctrica de fuel ligero
- 2) **PWRNGS001** - Central eléctrica de gas (CCGT)
- 3) **PWRNGS002** - Central eléctrica de gas

(SCGT) utilizando los datos proporcionados

en el [archivo DataPrep](#).

Ahora ha añadido 4 centrales térmicas (**PWRCOA**, **PWROHC**, **PWRNGS001**, **PWRNGS002**) y 1 combustible (**ELC001**) a su modelo.

## Definir la red de transporte existente

Repetimos el ejercicio una vez más con el ejemplo de una tecnología que representa la **red de transmisión (PWRTRN)**. Al representar la tecnología de transmisión, hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- **InputActivityRatio**: define la tasa de combustible consumido (es decir, la electricidad de las centrales eléctricas)
- **OutputActivityRatio**: define el combustible suministrado (es decir, la electricidad)
- **CapacityToActivityUnit**: Se utiliza para convertir los datos relacionados con la Capacidad de la tecnología en la Actividad que puede generar. En el caso de la tecnología de suministro primario, este valor debe fijarse en 1.
- **Coste fijo**: define el coste fijo de explotación y mantenimiento (\$/kW)
- **CapitalCost**: define el coste de inversión nocturno de la planta (\$/kW)
- **OperationalLife**: define la vida útil de la tecnología (en años)
- **ResidualCapacity**: define la capacidad existente de la tecnología (en GW) y su desmantelamiento previsto



Añadamos **PWRTRN**: la tecnología que representa la red de transporte

1. Vaya a SETS y en la celda B14 cambie el nombre de "TEC00" a "**PWRTRN**" y el descripción a "Transmisión de Electricidad". De este modo, añadimos la tecnología que transmitirá la electricidad de las centrales eléctricas (**ELC001**) a un combustible ficticio que es la electricidad después de la transmisión (**ELC002**). Esto se hace para contabilizar las pérdidas de la red de transmisión.
2. Ahora vamos a añadir la **Electricidad después de la transmisión (ELC002)** en la celda E8 siguiendo el mismo procedimiento.
3. A continuación, vaya a la hoja de parámetros y filtre en la columna C para **PWRTRN** (como se hizo anteriormente).
4. Añada los datos de **PWRTRN** como en las tablas siguientes y como se indica en el [archivo DataPrep](#).
  - a. **InputActivityRatio**: elige la fila ELC001 (celda K21567) y añade los datos de 2015 a 2070

21563	InputActivityRatio	PWRTRN	ELC003	0	0	0	0
21564	InputActivityRatio	PWRTRN	COA	0	0	0	0
21565	InputActivityRatio	PWRTRN	OIL	0	0	0	0
21566	InputActivityRatio	PWRTRN	NGS	0	0	0	0
21567	InputActivityRatio	PWRTRN	ELC001	1.05	1.05	1.05	1.05
21568	InputActivityRatio	PWRTRN	ELC002	0	0	0	0
21569	InputActivityRatio	PWRTRN	COM007	0	0	0	0
21570	InputActivityRatio	PWRTRN	COM008	0	0	0	0

b. **OutputActivityRatio**:

31724	OutputActivityRatio	PWRTRN	OIL	0	0	0	0
31725	OutputActivityRatio	PWRTRN	NGS	0	0	0	0
31726	OutputActivityRatio	PWRTRN	ELC001	0	0	0	0
31727	OutputActivityRatio	PWRTRN	ELC002	1	1	1	1
31728	OutputActivityRatio	PWRTRN	COM007	0	0	0	0
31729	OutputActivityRatio	PWRTRN	COM008	0	0	0	0
31730	OutputActivityRatio	PWRTRN	COM009	0	0	0	0

- c. **CapacityToActivityUnit, CapitalCost y FixedCost** respectivamente en las filas 19572, 19771 y 20972. El coste fijo de la tecnología de transmisión será 0.

19373	CapacityOfOneTechnologyUnit	PWRTRN		0	0	0	0
19572	CapacityToActivityUnit	PWRTRN		31.356			
19771	CapitalCost	PWRTRN		365	365	365	365
20004	EmissionActivityRatio	PWRTRN	EMIC02	0	0	0	0
20005	EmissionActivityRatio	PWRTRN	EMICH4	0	0	0	0
20006	EmissionActivityRatio	PWRTRN	EMIFGA	0	0	0	0
20007	EmissionActivityRatio	PWRTRN	EMINZO	0	0	0	0
20008	EmissionActivityRatio	PWRTRN	EMIREN	0	0	0	0
20972	FixedCost	PWRTRN		0	0	0	0

d. **OperationalLife**

21611	InputActivityRatio	PWRTRN	COM049	0	0	
21612	InputActivityRatio	PWRTRN	COM050	0	0	
31131	OperationalLife	PWRTRN		50		
31722	OutputActivityRatio	PWRTRN	ELC003	0	0	
31723	OutputActivityRatio	PWRTRN	COA	0	0	



- e. **ResidualCapacity**: define la capacidad existente de la tecnología (en GW) y su desmantelamiento previsto.

## Definir la red de distribución existente

Vamos a repetir el ejercicio una vez más dando el ejemplo de una tecnología que representa la **red de distribución (PWRDIST)**. (Muy similar a **PWRTRN**)

**Pruébalo:** Añadamos **PWRDIST** - la tecnología que representa la red de distribución

1. Vaya a SETS y en la celda B15 cambie el nombre de "TEC009" a "**PWRDIST**" y la descripción a "**Distribución de electricidad**". De este modo, añadimos la tecnología que convertirá la electricidad después de la transmisión (**ELC002**) en electricidad después de la distribución (**ELC003**).
2. No necesitamos añadir **Electricidad después de Distribución, ya que lo teníamos definido en la celda E1**.
3. A continuación, vaya a la hoja de parámetros y filtre en la columna C para **PWRDIST** (como se hizo anteriormente).
4. Añada los datos para **PWRDIST** como para las tablas de abajo y como se da en el [archivo DataPrep](#).
  - a. **InputActivityRatio**: elija la fila Electricity After transmission (Cell K21618) y añada los datos de 2015 a 2070

21614	InputActivityRatio	PWRDIST	COM	0	0	0	0
21615	InputActivityRatio	PWRDIST	OIL	0	0	0	0
21616	InputActivityRatio	PWRDIST	NGS	0	0	0	0
21617	InputActivityRatio	PWRDIST	ELC001	0	0	0	0
21618	InputActivityRatio	PWRDIST	ELC002	1.17	1.16733	1.16467	1.162
21619	InputActivityRatio	PWRDIST	COM007	0	0	0	0
21620	InputActivityRatio	PWRDIST	COM008	0	0	0	0
21621	InputActivityRatio	PWRDIST	COM009	0	0	0	0

- b. **OutputActivityRatio**:

21651	InputActivityRatio	PWRDIST	COM050	0	0	0	0
31132	OperationalLife	PWRDIST		1			
31772	OutputActivityRatio	PWRDIST	ELC003	1	1	1	1
31773	OutputActivityRatio	PWRDIST	COA	0	0	0	0
31774	OutputActivityRatio	PWRDIST	OIL	0	0	0	0
31775	OutputActivityRatio	PWRDIST	NGS	0	0	0	0

- c. **CapacityToActivityUnit, CapitalCost y FixedCost** respectivamente en las filas 19573, 19772 y 20973. Los costes fijos serán cero.





1220	CapacityFactor	PWRDIST				1	1	1	1
19374	CapacityOfOneTechnologyUnit	PWRDIST				0	0	0	0
19573	CapacityToActivityUnit	PWRDIST				31.538			
19772	CapitalCost	PWRDIST				2502	2502	2502	2502
20009	EmissionActivityRatio	PWRDIST	EMIC02			0	0	0	0
20010	EmissionActivityRatio	PWRDIST	EMICH4			0	0	0	0
20011	EmissionActivityRatio	PWRDIST	EMIFGA			0	0	0	0
20012	EmissionActivityRatio	PWRDIST	EMIN2O			0	0	0	0
20013	EmissionActivityRatio	PWRDIST	EMIREN			0	0	0	0
20973	FixedCost	PWRDIST				0	0	0	0

#### d. OperationalLife

21661	InputActivityRatio	PWRDIST	COM049						0
21662	InputActivityRatio	PWRDIST	COM050						0
31132	OperationalLife	PWRDIST						70	
31772	OutputActivityRatio	PWRDIST	ELC003						1
31773	OutputActivityRatio	PWRDIST	COA						0
31774	OutputActivityRatio	PWRDIST	OIL						0

- e. **ResidualCapacity**: define la capacidad existente de la tecnología (en GW) y su desmantelamiento previsto

# Ejecute el modelo y compruebe los resultados sobre la producción por tecnología y la capacidad de cada tecnología

Este es el gráfico que muestra los resultados de la Producción Anual de Electricidad (PJ) para este ejercicio. Debe obtenerlo del archivo Results\_Visualization\_Template.xlsx después de ejecutar el modelo y seguir los pasos explicados en **Hands-on 3**.

Recuerde filtrar por **PWROHC**, **PWRNGS002**, **PWRNGS001** y **PWRCOA** para visualizar los resultados de este ejercicio.

