



Modelización de la energía y la flexibilidad

Práctico 5

Utilice la siguiente cita para:

- **Este ejercicio**

Cannone, Carla, Allington, Lucy y Howells, Mark. (2021, marzo). Hands-on 5: Energy and Flexibility Modelling (Versión 3.2.). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4609758>

- **Software clicSAND**

Cannone, C., Allington, L., De Wet, N., Shivakumar, A., Goyns, P., Valderrama, C., Howells, M. (2021). clicSAND [software informático]. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4593100>

- **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:

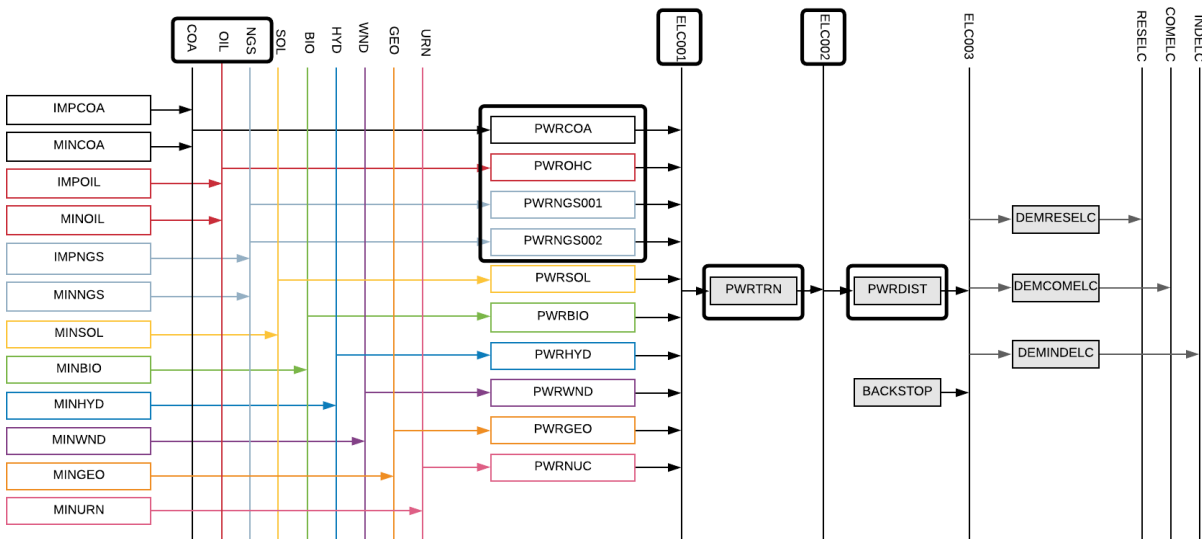
- (1) Definir una central térmica existente que toma combustible para generar electricidad
- (2) Definir la red de transporte existente
- (3) Definir la red de distribución existente
- (4) Ejecute el modelo y compruebe los resultados sobre la producción por tecnología y la capacidad de cada tecnología



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.

Pruébalo: 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 la 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 |
|-----------|---------------------|--------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 31872 | OutputActivityRatio | PWRCOA | ELC003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31873 | OutputActivityRatio | PWRCOA | COA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31874 | OutputActivityRatio | PWRCOA | OIL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31875 | OutputActivityRatio | PWRCOA | NGS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31876 | OutputActivityRatio | PWRCOA | ELC001 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 31877 | 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 del factor 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 | 1 |
| 70 | AvailabilityFactor | PwROHC | | 1 | 1 | 1 |
| 71 | AvailabilityFactor | PWRNGS001 | | 1 | 1 | 1 |
| 72 | AvailabilityFactor | PWRNGS002 | | 1 | 1 | 1 |
| 73 | AvailabilityFactor | PwRTRM | | 1 | 1 | 1 |
| 74 | AvailabilityFactor | PwRDIST | | 1 | 1 | 1 |
| 933 | CapacityFactor | PwRCOA | S101 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 934 | CapacityFactor | PwRCOA | S102 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 935 | CapacityFactor | PwRCOA | S103 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 936 | CapacityFactor | PwRCOA | S104 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 937 | CapacityFactor | PwRCOA | S105 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 938 | CapacityFactor | PwRCOA | S106 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 939 | CapacityFactor | PwRCOA | S107 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 940 | CapacityFactor | PwRCOA | S108 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 941 | CapacityFactor | PwRCOA | S109 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 942 | CapacityFactor | PwRCOA | S110 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 943 | CapacityFactor | PwRCOA | S111 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 944 | CapacityFactor | PwRCOA | S112 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 945 | CapacityFactor | PwRCOA | S113 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 946 | CapacityFactor | PwRCOA | S114 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 947 | CapacityFactor | PwRCOA | S115 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 948 | CapacityFactor | PwRCOA | S116 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 949 | CapacityFactor | PwRCOA | S117 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 950 | CapacityFactor | PwRCOA | S118 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 951 | CapacityFactor | PwRCOA | S119 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 952 | CapacityFactor | PwRCOA | S120 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 953 | CapacityFactor | PwRCOA | S121 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 954 | CapacityFactor | PwRCOA | S122 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 955 | CapacityFactor | PwRCOA | S123 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 956 | CapacityFactor | PwRCOA | S124 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 957 | CapacityFactor | PwRCOA | S201 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 958 | CapacityFactor | PwRCOA | S202 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 959 | CapacityFactor | PwRCOA | S203 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 960 | CapacityFactor | PwRCOA | S204 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 961 | CapacityFactor | PwRCOA | S205 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 962 | CapacityFactor | PwRCOA | S206 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 963 | CapacityFactor | PwRCOA | S207 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 964 | CapacityFactor | PwRCOA | S208 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 965 | CapacityFactor | PwRCOA | S209 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 966 | CapacityFactor | PwRCOA | S210 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 967 | CapacityFactor | PwRCOA | S211 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 968 | CapacityFactor | PwRCOA | S212 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 969 | CapacityFactor | PwRCOA | S213 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 970 | CapacityFactor | PwRCOA | S214 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| 971 | CapacityFactor | PwRCOA | S215 | 0.85 | 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.

Atención: esto no es cierto para **PWROHC** (tecnología de centrales petrolíferas que añadiremos a continuación), ¡asegúrate de añadir la Capacidad Residual para esta tecnología en tu 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](#).

Voilà: 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

Pruébalo: Añadamos **PWRTRN** - la tecnología que representa la red de transmisión

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 tener en cuenta 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 | NGS | 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 | EMIN2O | 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

- 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**).
- No necesitamos añadir **Electricidad después de Distribución, ya que lo teníamos definido en la celda E1**.
- A continuación, vaya a la hoja de parámetros y filtre en la columna C para **PWRDIST** (como se hizo anteriormente).
- Añada los datos para **PWRDIST** como para las tablas de abajo y como se da en el [archivo DataPrep](#).
 - 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 |

- OutputActivityRatio**:



| | | | | | | | | |
|-------|---------------------|---------|--------|--|---|---|---|---|
| 21661 | InputActivityRatio | PWRDIST | COM049 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21662 | 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 | NCS | | 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 | | | 31.536 | | | |
| 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. Debería obtenerlo en Results_Template_HO5 después de ejecutar el modelo y seguir los pasos explicados en **Hands-on 3**.

