

Serie 4

EcyT – UNSAM – Octubre 2022

Energía y Medio Ambiente 1 – Emisiones y ER

Lea atentamente los enunciados. **Recuerde que lo más importante es la justificación de su respuesta más allá de los resultados.** Trate de ser sintético pero preciso. Use una **hoja Excel para realizar los problemas**, incluya en un cuadro de texto, el enunciado. Cada variable que usa debe tener su **explicación sintética y sus unidades**. Lo mismo que los resultados. Use una hoja de Excel por **cada problema**. Si un problema tiene varios puntos, usar la misma hoja de Excel, pero destacando cada parte, por Ej. Prob.1.A, Probl.1 C , etc. Indique claramente lo que son **datos del problema y cálculos y Resultados**. **Los cálculos deben estar realizados en la misma hoja de Excel. NO ponga resultados sin su justificación. No serán considerados.** **Explique brevemente las suposiciones o hipótesis que realiza.** Para cada variable que usa, indique las unidades que usa.

Recuadre claramente los resultados finales. **Mucha suerte.**

Problemas con * serán discutidos en clase de problemas. *On demand.*

1. Para los países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay (cada grupo elija dos países). A) Construya un gráfico de distribución de la matriz energética primaria para cada país. B) Construya un gráfico de distribución de la matriz eléctrica para cada país. C) Construya un gráfico de la matriz energética primaria mundial y de la matriz energética eléctrica global. Como se compara con la de los países de América Latina elegidos. D) Cuales son las emisiones de CO₂, por habitante de cada país analizado y como se compara con la global.
(Ver: <https://ourworldindata.org/electricity-mix>, <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>, <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>)
2. * Tomando como base los Balances Energéticos (BE) de Argentina para el Año 2021: (<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>) A) construya un gráfico (torta) de la matriz energética primaria y secundaria nacional para este año. B) Realice un gráfico de torta de la matriz eléctrica nacional, e indique que fracción de toda la energía usada en el país es Electricidad. ¿Qué fracción de la energía secundaria de Argentina es electricidad? Para saber cómo es la generación eléctrica nacional, consulta el informe anual de CAMMESA 2021 (de Mayo 2021 p.40) C) Compare la distribución de energía total, de gas (Gas Natural y GPL) y electricidad entre los distintos usos finales (Residencial, Comercial, oficial, Industrial, Tranp. Etc.) D) ¿cuál es el principal insumo energético en el sector residencial argentino? E) Compare el consumo medio de gas y electricidad por persona en Argentina. En 2021 habían unos 8.5 millones de usuarios de gas Natural y unos 14 millones de usuarios de electricidad. Se estima que en Argentina hay unas 13,7 millones de viviendas existentes actualmente, con unos 3.4 personas por hogar. F) Compare estos valores medios con los consumos medidos en su casa según la auditoría realizada. G) los mismos para los consumos de transporte. H) Estime las emisiones promedio por hogar en Argentina de CO₂, asociado con el gas y la electricidad usada en el sector residencial.
3. (Opcional) Tomando como base los datos de consumo de gas natural publicados por ENARGAS para el año 2021 (<https://www.enargas.gov.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos.php>) Calcule el consumo residencial por usuario para a) Toda Argentina y b) Para una provincia de su preferencia. C) A partir del gráfico de consumo específico (por usuario y por día) como función de los meses, determine que

fracción se usa en calefacción y cuanto es el consumo base (cocción +ACS) tanto para Argentina como para región seleccionada. D) Suponiendo un consumo medio de cocción de 0.3 m³/día/usuario y un consumo medio de piloto de 0.45 m³/día/usuario, construya una torta de consumo residencial de gas que muestra su uso en cada servicio para Argentina y para región seleccionada. E) Para ambos casos, estime el consumo de agua caliente en litros/día/usuario y litros/día/persona para las dos zonas de interés. Suponga una eficiencia de calentamiento de agua del 75% F) Compare los consumos de gas en su casa con los valores medios estudiado a partir de los consumos globales de ENARGAS.

4. Una familia tipo en Argentina (3.4 personas) usa unos 200 litros/día de agua caliente. Suponemos que el suelo por donde viene el agua está a 17°C y la temperatura de confort es de 42°C. Suponga que tiene tres opciones i) Calefón a Gas Nat. sin piloto (Eficiencia =80%), ii) Calefón a Gas Nat. con piloto (Eficiencia =80% y consumo del piloto 0.5 m³/día), iii) Termotanque eléctrico, (Eficiencia =95% y consumo del pasivo 6.5 kWh/día), iv) Termotanque a GLP (Eficiencia =80% y consumo del pasivo 0.5 kg(GLP)/día)
 - a. Consumo anual de energía en las cuatro versiones en kWh/año
 - b. El costo anual de combustible (miles \$/año)
 - c. Emisiones de carbono de cada modo en kg(CO₂)/año.

Tome como base:

	PC_sup	Int. Carb. (kg(CO ₂)/MWh	Precio (\$)
Gas Nat.	9300 kcal/m³	178	25\$/m³
GLP	10000 kcal/kg	214	90 \$/kg
Electricidad		297	12 \$/kWh

D) Discuta cuál opción es más conveniente tanto económicamente como ambientalmente.

5. * **Transporte.** Tomando como base la Ref. Hacia un Transporte Sustentable, Roberto Prieto y Salvador Gil Petrotecnia LXI,1/2021, Pag.92-101 Ener.2021 (<https://www.petrotecnia.com.ar/tecnica-4.html>) los apuntes de clases y los videos: <https://www.youtube.com/watch?v=iPheEg-K2qc> y , <https://www.youtube.com/watch?v=f7MzFfuNOtY&t=318s>. Tomado como base los costos de los vehículos que se indican en estos videos y de combustibles en EE.UU. 1 USD/litro (gasolina), 0.18 USD/kWh (electricidad) y Un Toyota Mirai (FC_H₂)cuesta en EE.UU. unos 50 mil USD con un rendimiento de 98 km/kh(H₂) y un costo aproximado de 16 USD/kg(H₂). Un Nissan LEAF (eléctrico a batería-BEV) cuesta unos 28 mil USD y tiene un rendimiento de 0,2kWh/km. Un auto convencional, Toyota Corolla (convencional) cuesta unos 23 mil USD con un rendimiento de 14 km/litros mientras que una Toyota Hibrido (HEV) cuesta miles USD y rinde 22 km/l. en base a esto datos estime: A) Costo nivelado de recorrer 15 mil km/año en los 4 tipo de vehículos (Convencional, HEV, BEV y FC_H₂) B) Rendimiento energético de Poso a rueda (W2W) tomando como base la matriz energética argentina. C) Emisiones de CO₂ por año, suponiendo que el H₂ es verde o que se produce usando la electricidad de la red eléctrica Argentina. D) Que puede concluir de las distintas tecnologías.

6. El primer paso hacia la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es evaluar en cuánto cada uno de nosotros es responsable de estas emisiones de GEI. Esto es, conocer su huella de carbono y evaluar en qué medida

se puede reducir. La huella de carbono es la cantidad total de GEI producidas en forma directa e indirecta por las actividades humanas que realizamos todos los días, generalmente expresadas en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (ton CO_{2eq}) al año. En base a sus *auditorias*, estime:

- Su huella de carbono asociada al uso de gas
- Su huella de carbono asociada al uso de electricidad
- Su huella de carbono asociada al transporte de su familia
- Su huella de carbono asociada al uso de viajes en general de su familia. En la Planilla **Datos_21.xlsx, Hoja: Transporte** se dan algunos datos de utilidad.
- Como se compone su huella de carbono entre los distintos usos. (Gas, Electricidad, Transporte). Calcule la huella de su familia y por persona.
- Compare con las emisiones per cápita de Argentina. Ver: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

Energías Renovables

- Calcule el tamaño de los paneles solares fotovoltaicos, si quisiese obtener toda la electricidad que consume una casa, de paneles solares PV. Suponga un consumo eléctrico de 3 MWh/año. ¿Qué superficie necesita? Suponga eficiencia de los paneles del 19%.
 - Estime su costo. En Argentina un kit completo para generar 1000 kWh/año, sale aproximadamente 1500 U\$\$.
 - Tomando como base que el costo de la electricidad en el AMBA es en promedio de uno 12\$/kWh, ¿en cuántos años se amortiza la inversión.
 - ¿Realmente cree que podrá autoabastecerse si no dispone de baterías?
 - Discuta cuál sería el mejor manejo de la electricidad producida, Suponga que la electricidad inyectada a la red se paga a razón de 8 \$/kWh. Realice sus cálculos en USD con un cambio de mercado de 1 USD=200\$.

Irradiación Global [kWh/m ²]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
	233	177	153	117	94	64	79	100	132	162	197	214	1722

Tabla 1: Las unidades son de kWh/m².día (*promedio mensual*)

Nota: Tener en cuenta que el consumo de energía no es constante a lo largo del día, ver Figura 1. En función de las áreas superpuestas, es posible estimar un porcentaje de auto-consumo y un porcentaje de inyección a la red, los cuales influyen directamente en el repago de la instalación. Según la Figura 1, la fracción auto-consumida, es decir la abastecida por la generación FV es del orden del 40% (±15%).

La energía auto-consumida se da cuando el usuario consume directamente la energía generada del panel, reduciendo la demanda de la red eléctrica. Se puede decir entonces que el área de superposición de ambos gráficos se “valoriza” a una tarifa minorista, digamos 12\$/kWh.

La energía excedente, en cambio, es energía generada que no fue demandada por el usuario, la cual debe ser vendida a la red eléctrica a la tarifa de inyección vigente de la región, más relacionada con el precio mayorista, del orden de 6 \$/kWh. Se puede decir entonces que el área de la curva de generación que se encuentra por encima de la curva de carga se “valoriza” a la tarifa de inyección local.

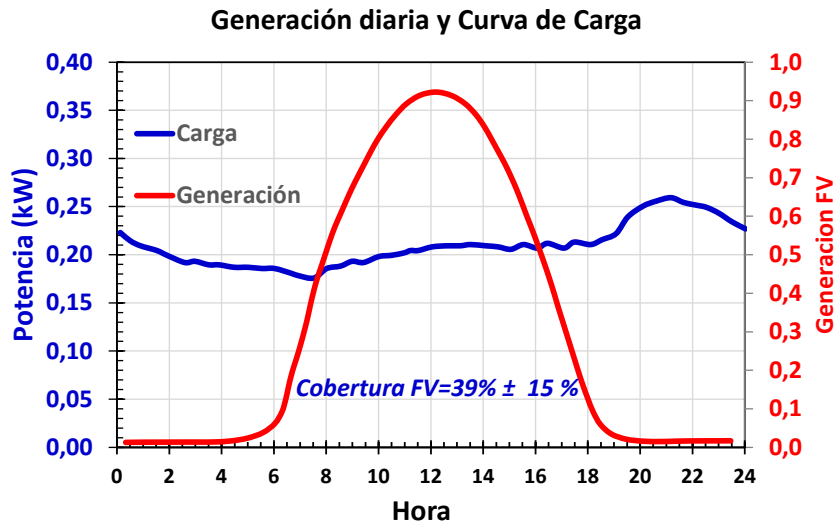


Figura 1: Ejemplo de curva de generación y de carga de una vivienda tipo

Otro punto de importancia en las instalaciones solares fotovoltaicas se da por su economía de escala, es decir que el precio de la instalación por Watt instalado depende del tamaño de la instalación, típicamente el precio de 2000-2500 USD/kWp para instalaciones pequeñas, mientras que una instalación más grande (50-100kWp) puede tener un precio de 1700-1900 USD/kWp. Un sistema que genere unos 1500 kWh/año en GBA del del orden de los 2500 USD, incluyendo inverter e instalacion, area panel aprox 6 m² de 19% de eficiencia. El kWh en GBA cuesta unos 6\$.

8. En un campo se dese bombear agua para el ganado a un tanque, consumo de agua 2000 litro/diarios. Se bombea agua desde unos 100 metros. A) Calcular la potencia mecánica necesaria para llenar el tanque en 5 horas con un rendimiento del 90%. B) si tiene un molino de viento de 8 pies (2,4m de diámetro) y el viento sopla a unos 20 km/h al menos 6 horas por día. ¿Se podrá bombear esta agua? C) Si desea hacer lo mismo con una bomba eléctrica conectada a paneles solares, que área de paneles necesitaría, si la eficiencia de su bomba eléctrica es del 90%. D) discuta las ventajas y desventajas de cada una de estas alternativas, incluyendo conectarse directamente a la red eléctrica.

9. Un árbol "típico", de unos 40 cm de diámetro de tronco a la altura del pecho de una persona y altura de 10 m, tiene una biomasa (masa seca) de aproximadamente 2 Tn. Ver referencia indicada al pie. ¿Qué superficie necesitaría utilizar para absorber el carbono emitido por Ud, a lo largo de su vida, suponiendo que mantiene su huella de carbono actual? (la obtenida en su auditoria), prorrateada por persona. Calcule lo mismo utilizando las emisiones per cápita de Argentina. La composición media de la masa de un árbol se compone de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% restante de nitrógeno (N) y otros elementos.(Ver: [https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/msiedel/materiales-2/#:~:text=Composici%C3%B3n%20de%20la%20madera,\(N\)%20y%20otros%20elementos](https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/msiedel/materiales-2/#:~:text=Composici%C3%B3n%20de%20la%20madera,(N)%20y%20otros%20elementos)) Calcule con las que se reporta en las referencias Internacionales. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC> . Explique las posibles diferencias. A) Compare la superficie anual a utilizar si obtiene toda su energía de paneles fotovoltaicos (eficiencia 19%). https://ecometrica.com/assets/one_tonne_carbon_tree_discussion_paper_3.pdf

10. Calcular qué superficie de cultivo necesitaría para obtener el biodiesel para utilizar un automóvil Diesel durante un año (suponga 20.000 km/ año) y un rendimiento de 18 km/litros. B) ¿Cuál sería la flota que se podría mantener con toda la producción argentina? o ¿Cuánta superficie se necesitaría para alimentar todos los autos de Argentina (suponiendo que fueran todos Diesel)? La flota de vehículos livianos en Argentina es de unos 12 millones de unidades, con 12.5% de ellos circulando en CABA. Si se reemplaza el automóvil con motor Diesel (30% de eficiencia) por otro eléctrico de eficiencia 86%. Si este automóvil que recorre el mismo kilometraje que el anterior, que se alimenta con paneles solare PV. Cuál sería la superficie necesaria en CABA, si la eficiencia de los paneles es de 19%? Usar datos de **Tabla 1**.

Datos biodiesel: un análisis de ciclo de vida completo requeriría tener en cuenta la energía en fertilizantes, plaguicidas, transporte de insumos, tratamiento de efluentes, etc. Realice una estimación del biodiesel obtenido por hectárea teniendo en cuenta solo los siguientes datos:

- Rendimiento del cultivo de soja 2000 a 4500 kg/ha
- Aceite de soja: 17% del grano
- Por 5880 kg de granos, se obtienen 930 kg de biodiesel (más 4700kg de harina, 110 kg de glicerina y 63 kg de aguas residuales)
- En la etapa agrícola se usan 50 l de combustible /ha
- En el proceso industrial se usan 15 MJ/l de biodiesel obtenido
- Poder Calorífico Inferior Biodiesel: 33-35 MJ/l

Auditorias

11. En la Planilla **Datos_22.xlsx**, **Hoja: Eléctrico**, se describen los consumos medios (promedios) de una muestra de 150 estudiantes de AMBA, y lo que podemos denominar un consumo eficiente. En la **Columna F** incluya los consumos de su auditoria. Como se comparan sus consumos con los otros dos grupos (promedio y eficiente). **Construya un gráfico de barras**, para sus consumos de gas y electricidad comparan los tres grupos (Los anteriores y el suyo)
- a. Comparando estos consumos, los de todo el grupo, el eficiente y el suyo, qué oportunidades de ahorro vislumbra para su casa, como los justifica.
 - b. Calcule la huella de carbono asociada al uso de *gas* para los tres grupos (Promedio, eficiente y suyo). **Construya un gráfico de barras** indicando las huellas de carbono para los tres grupos.
 - c. Compare su huella de carbono asociada al uso de *electricidad y gas*. **Construya un gráfico de barras**.
 - d. Usando la Planilla **Datos_21.xlsx**, **Hoja: Transporte**, estime el consumo de transporte de su familia. También calcule el **consumo** (MWh/año) en transporte de una familia tipo (FT) con un coche que recorre 1000 km/mes, y consume 14 km/litros. Además, esta familia usa el colectivo 3 hs. diaria, 2 hs de tren por día + 2hs de subte diarias.
 - e. Estime la *huella de carbono* ($T_n(\text{CO}_2)/\text{año}$) asociada al transporte de su familia y la de la familia tipo, represente los resultados en gráficos de barras.