

Ejercicio para visto y para entregar.

Un elemento de precisión, por ejemplo, un micrómetro se compone generalmente de un arco, un actuador y un sensor.

Los componentes eléctricos necesarios para el movimiento mecánico y para el sensado generan calor en el cumplimiento de su función. Este flujo de calor es transmitido al arco, el cual experimenta gradientes térmicos y, al ser un cuerpo confinado, esfuerzos térmicos generan una deformación en su geometría. Esto se traduce en imprecisiones en la medición.

Otro desafío que se presenta al diseñar este tipo de instrumentos es el de minimizar la sensibilidad a vibraciones externas, las cuales generan ruido en la medición. Esto puede lograrse aumentando lo máximo posible la frecuencia natural del dispositivo, de manera tal que no sea comparable a las frecuencias de vibraciones externas. En general son las vibraciones naturales de flexión las que menores valores de frecuencia poseen y son, por ende, las que se deben considerar en el diseño como variable crítica.

Seleccionar materiales para el arco del instrumento de manera tal de minimizar la imprecisión del mismo. El costo específico del material seleccionado debe ser inferior al del diamante.

El Ranking debe considerar al menos 20 materiales.

Considere:

Deflexión central de una viga sometida a flexión por efecto térmico: $\delta = C L^2 q \left(\frac{\alpha}{\lambda}\right)$ (C es una constante).

Frecuencia vibracional de flexión $\sim \frac{E^{1/2}}{\rho}$

Observación: el ejercicio debe resolverse utilizando el Nivel 3 y utilizando una sola carta de Ashby sin combinar índices de desempeño



Conceptos a evaluar: proceso de selección completo de materiales cerámicos. Aplicación de conceptos generales.

Resolución:

Lo primero que debe detectarse en el problema es que existe una sola restricción, la cual es de límite: el costo específico (o precio en el CES) debe ser menor que el del diamante. Se debe buscar este material en la base de datos y buscar su precio mínimo para usarlo como restricción de límite máximo (se debe poner un valor levemente inferior al encontrado para evitar que el diamante pase el sondeo).

Para buscarlo se puede utilizar la herramienta Buscar (dado que la base de datos del Nivel 3 está sólo en inglés se debe buscar la palabra “diamond”):

The screenshot shows the CES EduPack 2019 software interface. The search bar at the top left contains the word "diamond". The search results are displayed in a tree view on the left, with "Diamond" selected. The main panel on the right shows the detailed information for "Diamond".

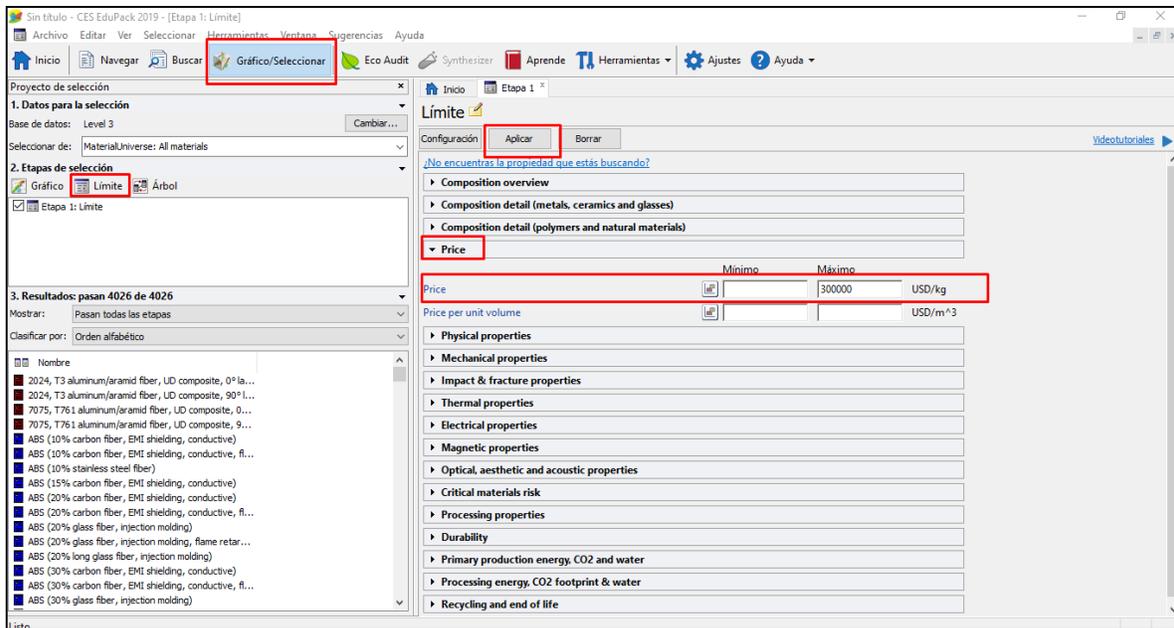
Price

Price	* 3.11e5	- 6.22e5	USD/kg
Price per unit volume	* 1.07e9	- 2.23e9	USD/m ³

Physical properties

Density	3.44e3	- 3.58e3	kg/m ³
Porosity (closed)	0		%
Porosity (open)	0		%

El precio mínimo del diamante vemos que es 310.000 USD/kg. Podemos tomar 300.000 USD/kg como límite máximo de precio:



Luego, se deben identificar las funciones objetivo. En este problema hay dos funciones objetivo, las cuales se basan en los factores que pueden afectar la precisión del instrumento según el material del cual se fabrique su arco.

El primer problema que puede presentar el arco es el de la posible deformación del mismo (cuerpo confinado) por esfuerzos térmicos. La deformación que sufriría sería por flexión, con lo cual simplemente se debe tomar como función objetivo la deflexión central de una viga sometida a flexión por efecto térmico, la cual se debe minimizar.

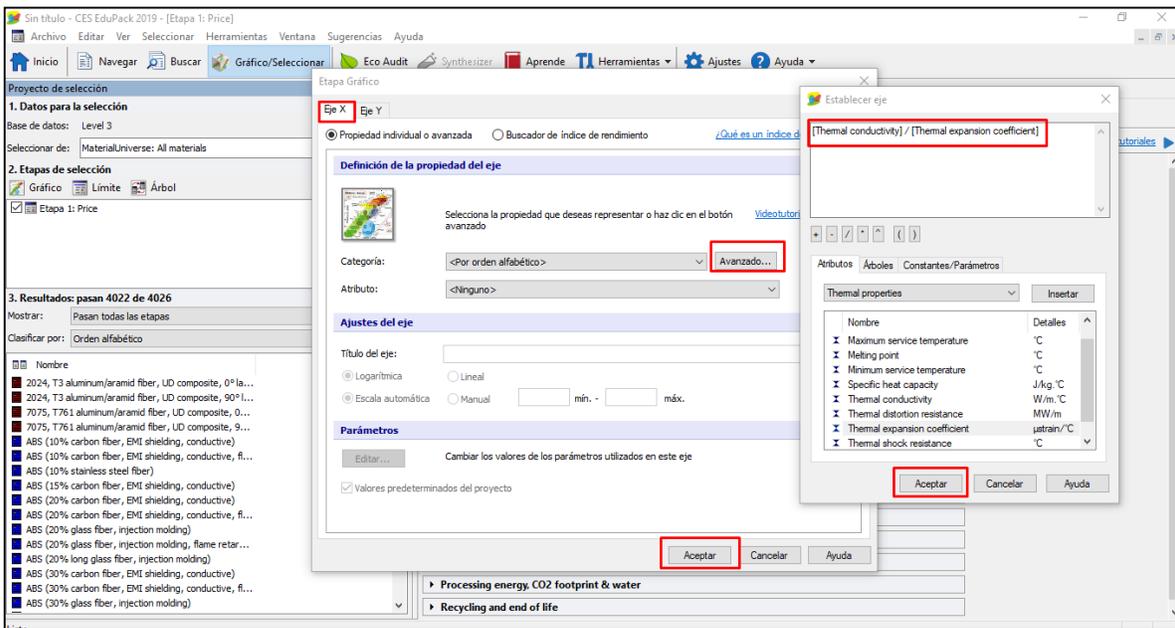
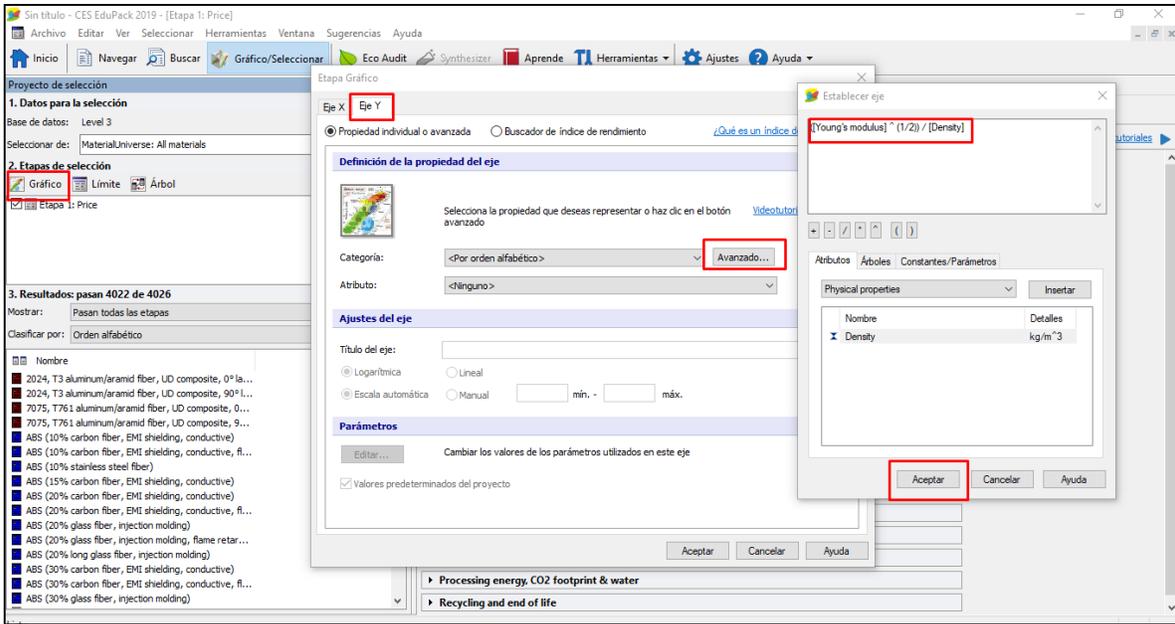
El segundo problema presentado, es el posible ruido en la medición que generarían las vibraciones externas. Para que las mismas tengan un efecto despreciable, se debe maximizar la frecuencia de la vibración natural de flexión del material seleccionado. El problema no nos da como información la función exacta que describe la frecuencia vibraciones de flexión de un material, pero si sabemos que es proporcional a $\frac{E^{1/2}}{\rho}$.

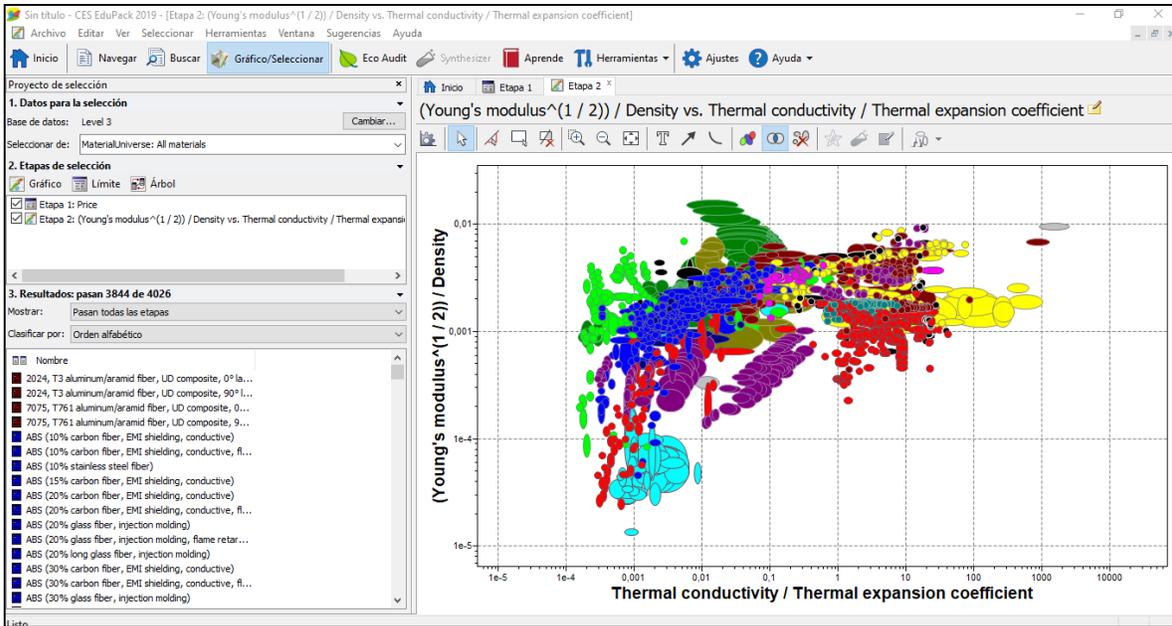
Finalmente, debemos identificar los índices de desempeño que se buscarán maximizar de manera tal de minimizar ambos posibles problemas en la medición. Dado que se buscará minimizar la deflexión, el primer índice es $P1 = \frac{\lambda}{\alpha}$.

El segundo es, directamente $P2 = \frac{E^{1/2}}{\rho}$, ya que se buscará maximizar la frecuencia natural de flexión.

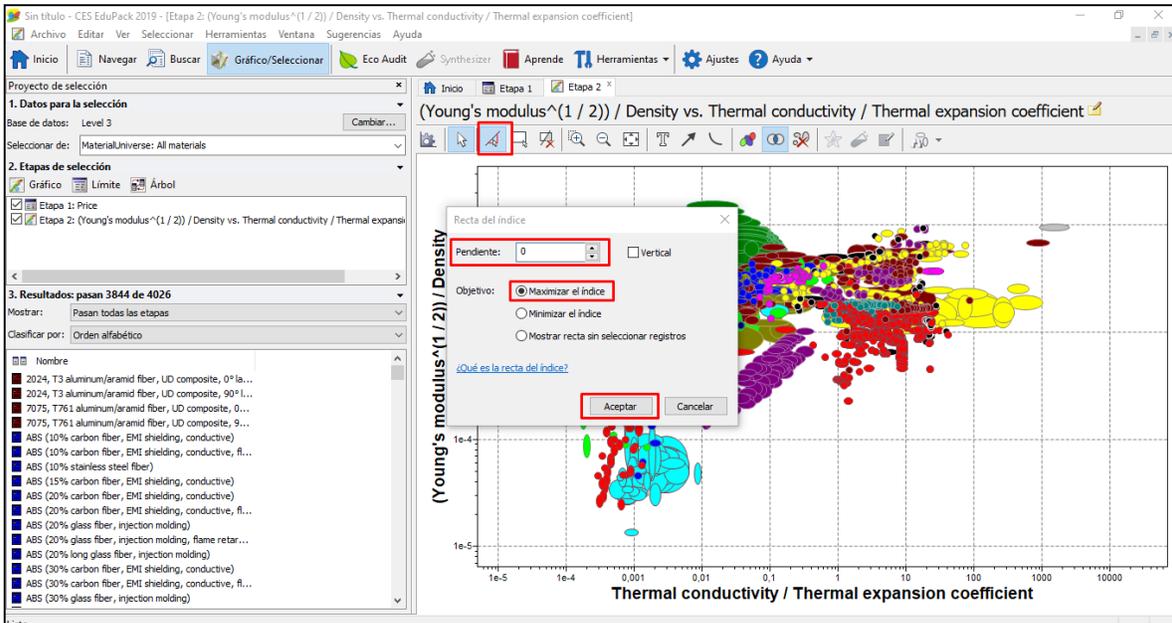
Dado que el problema exige usar una sola carta de Ashby sin combinar índices de desempeño, debemos colocar un índice en abscisas y otro en ordenadas como si fueran variables.

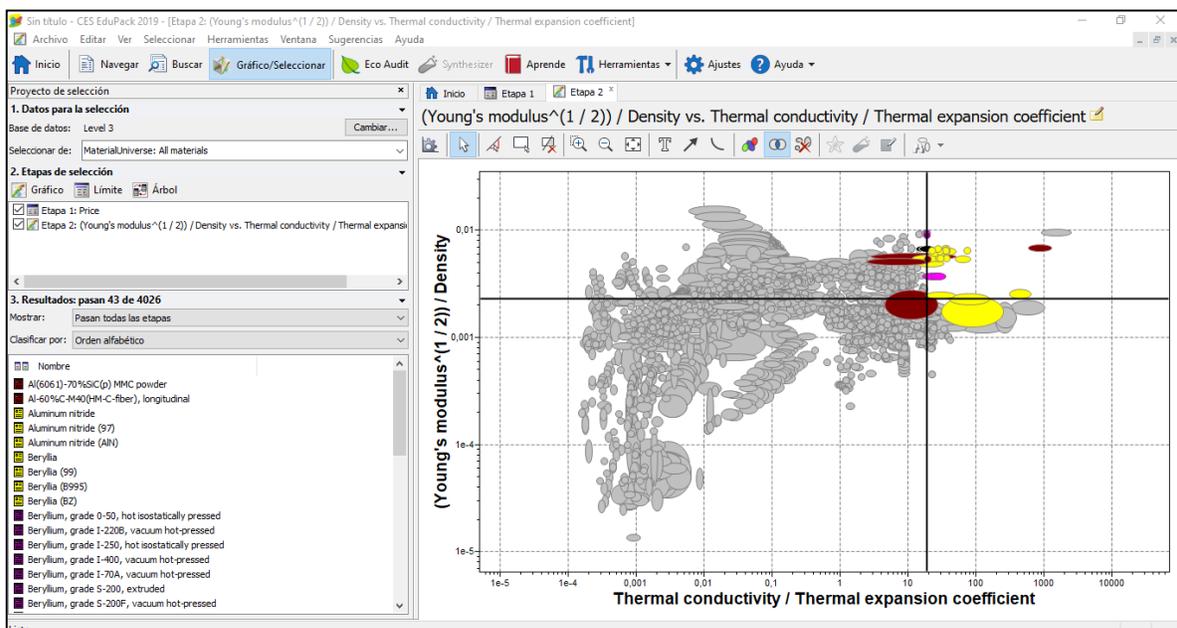
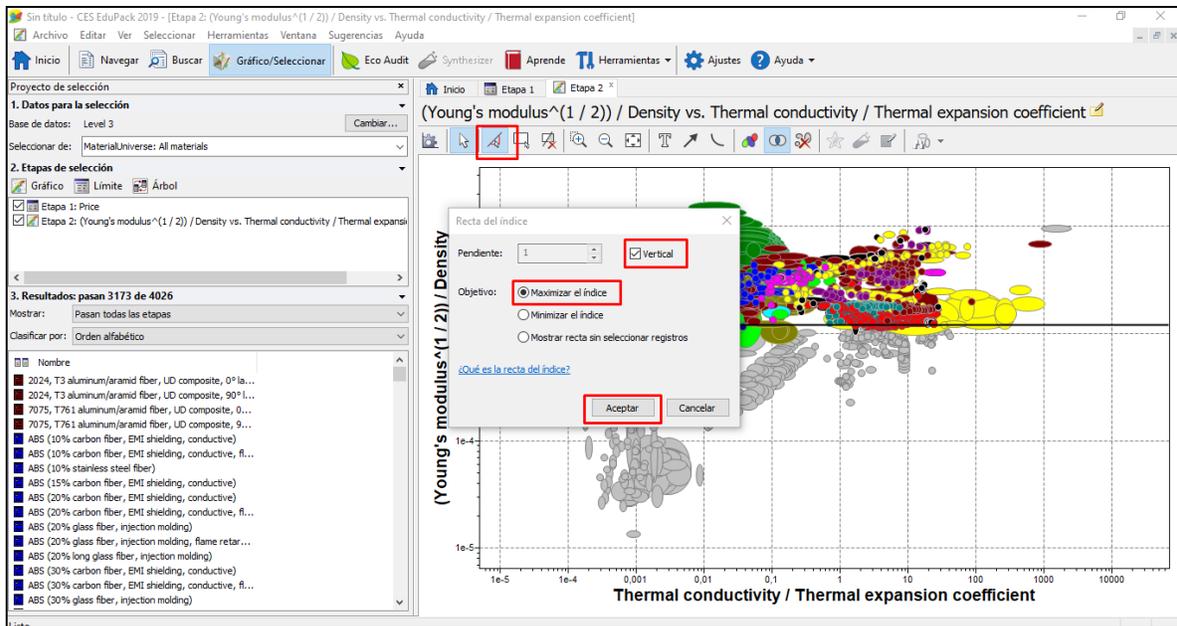
Luego, la carta de Ashby es se obtiene de la siguiente manera:





Dado que los índices de desempeño se encuentran en los ejes del gráfico, para incluir o excluir materiales del ranking, debemos usar una línea con pendiente cero y una vertical, ambas que maximicen el índice:





Ahora debemos ubicar las líneas en un punto en el que ambas excluyan un buen número de materiales de la selección y sólo nos quedemos con aquellos que tienen buenos valores de ambos índices de desempeño.

Si primero ordenamos los materiales rankeados por el valor de P1, se obtiene:

Mostrar: Pasan todas las etapas

Clasificar por: Etapa 2: Thermal conductivity / Thermal expansion coefficient

Nombre	Thermal conductivity / T...
Al-60%C-M40(HM-C-fiber), longitudinal	580 - 1,23e3
Graphite (pyrolytic)(2.06)(parallel to plane)	309 - 620
Graphite (parallel to plane)	30,5 - 244
Graphite (electrographite)(parallel to plane)	40 - 154
Silicon	49,6 - 80,3
Silicon carbide (reaction bonded)	69,7 - 75,9
Beryllia (99)	32,8 - 49,2
Carbon fiber reinforced carbon matrix composite (Vf...	2,85 - 49,1
Graphite (pyrolytic)(2.19)(parallel to plane)	18,1 - 47,2
Silicon carbide (hot pressed)Contains 2% Al2O3	32,7 - 40,1
Silicon carbide (sintered)	32,7 - 40,1
Aluminum nitride	34,6 - 37,8
Silicon carbide (reaction bonded)(RF)	33,9 - 36,8
Silicon carbide (hot pressed)	20,2 - 36
Beryllia	32,3 - 35,3
Beryllia (B995)	32,3 - 35,3

Si los ordenamos por el valor de P2, se obtiene:

Mostrar: Pasan todas las etapas

Clasificar por: Etapa 2: (Young's modulus^(1 / 2)) / Density

Nombre	(Young's modulus^(1 / ...
Beryllium, grade 0-50, hot isostatically pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade S-65B, vacuum hot-pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade S-200FC, cold isostatically pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade S-200F, vacuum hot-pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade SR-200, sheet, 0.5 to 6.35mm thick	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade S-200FH, hot isostatically pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade I-220B, vacuum hot-pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade SR-200, plate, >6.35 mm thick	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade S-200, extruded	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade I-70A, vacuum hot-pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade I-250, hot isostatically pressed	0,0092 - 0,0096
Beryllium, grade I-400, vacuum hot-pressed	0,00889 - 0,00926
Al-60%C-M40(HM-C-fiber), longitudinal	0,00679 - 0,00713
Beryllia	0,00645 - 0,00701
Silicon carbide (hot pressed)Contains 2% Al2O3	0,00654 - 0,00701
Silicon carbide (sintered, beta)(RB)	0,0067 - 0,00692

Si realizamos la documentación de los materiales que coinciden en ambas listas (es decir aquellos que tienen muy buenos valores de ambos índices en simultáneo), podemos ver que:

La fibra de Al -60%C no aplica como posible material dado que sus propiedades están dadas por ser una fibra del material en cuestión y en este caso debemos fabricar una pieza con cierto volumen.

La Berilia (u Oxido de Berilio) es demasiado costosa frente al Carburo de Silicio y ambos tienen valores similares de performance.

Por ende, el Carburo de Silicio sería la mejor opción.

Ejercicio para entregar:

Se pide que evalúen y comparen las cuatro opciones de materiales para envase de agua.

1. Cuando usa 100% material virgen y se deposita en vertedero sanitario
2. Cuando usa 100% material virgen y se recicla
3. Cuando se fabrica con un porcentaje de materia prima recicla según información suministrada en la tabla para cada material, y se deposita en vertedero sanitario
4. Cuando se fabrica con un porcentaje de materia prima recicla según información suministrada en la tabla para cada material, y se recicla.

Hagan un informe donde elijan la mejor opción según su criterio personal, vasados por supuesto, en las herramientas de Eco Audit (huella ecológica y gasto energético).

Envase:	1. Botella PET (0.5 l)	2. Botella PLA (0.5 l)	3. Lata Al (0.33 l)	4. Tetra Pak (0.5 l)
Uds. para 10 litros [#]	20	20	30	20
Material (botella+tapa)	PET+PP	PLA+PP	Wrought Al non-aged	Cardboard+PP
Masa [g] (botella+tapa)	23+3	30+3	12.5	20+3
Masa [kg] (líquido)	0.5	0.5	0.33	0.5
Reciclado [%]	21	0.3	42.5	71.9

- Transporte desde la fábrica al lugar de venta 550Km en camiones de 14 Toneladas y doble eje.
- Una vez en el sito de venta serán refrigeradas 2 días (completos 48h)
- La refrigeración es en modo estático (motores eléctricos), potencia nominal de 0,12Kw