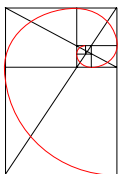


Long-range Energy Alternatives Planning System
Sistema de Planeamiento de Alternativas Energéticas de Largo Plazo

EJERCICIOS DE PRÁCTICA

Mayo 2005



S E I STOCKHOLM
ENVIRONMENT
INSTITUTE

Boston Center, Tellus Institute
11 Arlington Street, Boston, MA, 02116 USA

Estos ejercicios son para ser usados con LEAP para Windows.

Descargar la última versión de LEAP de <http://forums.seib.org/leap> antes de usar estos ejercicios.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CÓMO COMENZAR A TRABAJAR CON LEAP	2
EJERCICIO 1: INTRODUCCIÓN AL LEAP.....	6
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE FREEDONIA	6
1.2. PARÁMETROS BÁSICOS	6
1.3. DEMANDA	6
1.4. TRANSFORMACIÓN.....	15
1.5. EMISIONES	22
1.6. UN SEGUNDO ESCENARIO: GESTIÓN DEL SECTOR DE DEMANDA	23
EJERCICIO 2: DEMANDA	26
2.1. INDUSTRIA	26
2.2. TRANSPORTE.....	28
2.3. COMERCIO: ANÁLISIS DE ENERGÍA ÚTIL.....	31
2.4 DEMANDAS FINALES TOTALES.....	32
2.4 DEMANDAS FINALES TOTALES	33
EJERCICIO 3: TRANSFORMACIÓN	34
3.1. PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL	34
3.2. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	34
3.3. REFINAMIENTO DE PETRÓLEO.....	34
3.4. MINERÍA DE CARBÓN.....	35
EJERCICIO 4: ESCENARIOS ALTERNATIVOS Y MEDIDAS DE POLÍTICA ENERGÉTICA	39
4.1. INSTRUCCIONES	40
4.2. DATOS PARA MEDIDAS DE ESCENARIO	41
EJERCICIO 5: ESTUDIO DE TRANSPORTE	46
5.1. PARÁMETROS Y ESTRUCTURAS BÁSICAS	46
5.2. DATOS DEL AÑO BASE.....	48
5.3. FACTORES DE EMISIÓN DEL AÑO BASE.....	49
5.4. ESCENARIO SIN CAMBIOS.....	51
5.5. ESCENARIOS DE POLÍTICA	53

EJERCICIOS DE PRÁCTICA PARA LEAP

Introducción

Estos ejercicios de práctica introducen en el uso de LEAP, el Sistema de Planeamiento de Alternativas Energéticas de Largo Plazo, y en su aplicación para el análisis energético y ambiental. Los ejercicios se usan habitualmente como parte de los cursos de entrenamiento de LEAP. Presuponen un cierto conocimiento previo de temas energéticos y familiaridad con *software* para Windows, incluyendo hojas de cálculo (como las de Excel de Microsoft).

Estos ejercicios de práctica están diseñados en módulos. Si sólo se dispone de unas pocas horas para dedicarle y se quiere tener una impresión general de cómo funciona LEAP, se deberá completar el Ejercicio 1.

El **Ejercicio 1** introduce en los elementos básicos del análisis de oferta y demanda de energía, la proyección de requerimientos energéticos y el cálculo de cargas ambientales. Se debe completar el Ejercicio 1 antes de comenzar el Ejercicio 2.

Los **Ejercicios 2 y 3** permiten desarrollar un análisis básico de energía (y emisiones), crear escenarios, y evaluar algunas opciones individuales de políticas y técnicas, tales como la co-generación, parámetros de eficiencia energética, y sustitución de centrales de carbón a gas natural. Los ejercicios cubren análisis de demanda, oferta, cargas ambientales y escenarios, y se pueden realizar individualmente o juntos. Completarlos puede demandar de 2 a 4 días en total.

Todos los ejercicios se basan en información referida a un país ficticio llamado “Freedonia”, y presentan datos similares a los que se encontrarían en situaciones reales. Como sucedería en una situación real, en algunos casos será necesario adaptar la información a un formato adecuado para ser incorporado a LEAP. Se ofrecen sugerencias de ayuda para asegurar que los enfoques adoptados sean consistentes. Para verificar que los ejercicios tengan resultados satisfactorios, los ejercicios 1 a 3 tienen una “respuesta correcta”, y se deberán corregir los resultados según los datos en las “hojas de respuestas”. Será necesario tener en cuenta que las estructuras de los datos ingresados pueden variar, pero los requerimientos energéticos proyectados deben coincidir con los de las respuestas proporcionadas. Si se desea saltar algún ejercicio, se podrá importar sus resultados. Por ejemplo, los usuarios interesados sólo en análisis de oferta (Ejercicio 3) podrán importar un conjunto de datos correspondiente a los resultados del Ejercicio 2 (análisis de demanda).

El **Ejercicio 4** permite explorar escenarios alternativos de una forma abierta (por lo que no hay una “hoja de respuestas”). En este ejercicio, los grupos de trabajo adoptan roles (por ejemplo, proveedor de energía, ONG ambiental, agencia de desarrollo rural) y usan LEAP para construir, presentar, y defender escenarios de política energética que reflejen diferentes intereses y perspectivas.

El **Ejercicio 5** permite usar las facilidades de análisis de transporte de LEAP para construir una serie de escenarios que examinen diferentes políticas tendientes a reducir el uso de combustible y las emisiones contaminantes de autos y vehículos utilitarios deportivos (SUVs). Se puede usar el Ejercicio 5 sin haber completado los ejercicios anteriores.

Para completar estos ejercicios, se necesitará una PC Pentium (se recomienda microprocesador de 400 MHz o más rápido) con por lo menos 64 MB de RAM instalados y

Microsoft Windows 98, o alguna versión posterior, que permita instalar LEAP. También se necesitarán lapiceras, papel y una calculadora, como la que contiene Windows.

Cómo comenzar a trabajar con LEAP

Si LEAP está instalado, se inicia **LEAP** desde el menú **Inicio/Programas/LEAP**. Si no, se debe correr el programa de instalación del CD-ROM o bajarlo y correrlo desde Internet (<http://forums.seib.org/leap>), siguiendo las instrucciones en la pantalla. Una vez que comienza, LEAP exhibirá una pantalla con el título, y luego la pantalla principal que se muestra en la página siguiente.

NB: Para realizar estos ejercicios se debe usar una versión registrada de LEAP. La versión de Evaluación no permite guardar datos y por lo tanto no se podrán hacer con ella los ejercicios.

La pantalla principal consta de 8 “vistas” principales, cada una de las cuales permite examinar diferentes aspectos del programa. La **Barra de Vistas** situada a la izquierda de la pantalla, presenta un ícono para vista. Para cambiar las vistas, se debe hacer clic en uno de los íconos de la Barra de Vistas o usar el **Menú de Vistas**.

*Sugerencia: Si se está trabajando con una pantalla de baja resolución, podría ser conveniente ocultar la Barra de Vistas para tener más espacio en la pantalla. Para ello se usa la opción **Vistas: Barra de Vistas**. Cuando esta Barra está oculta, se puede usar el menú Vistas para cambiar las “vistas”.*

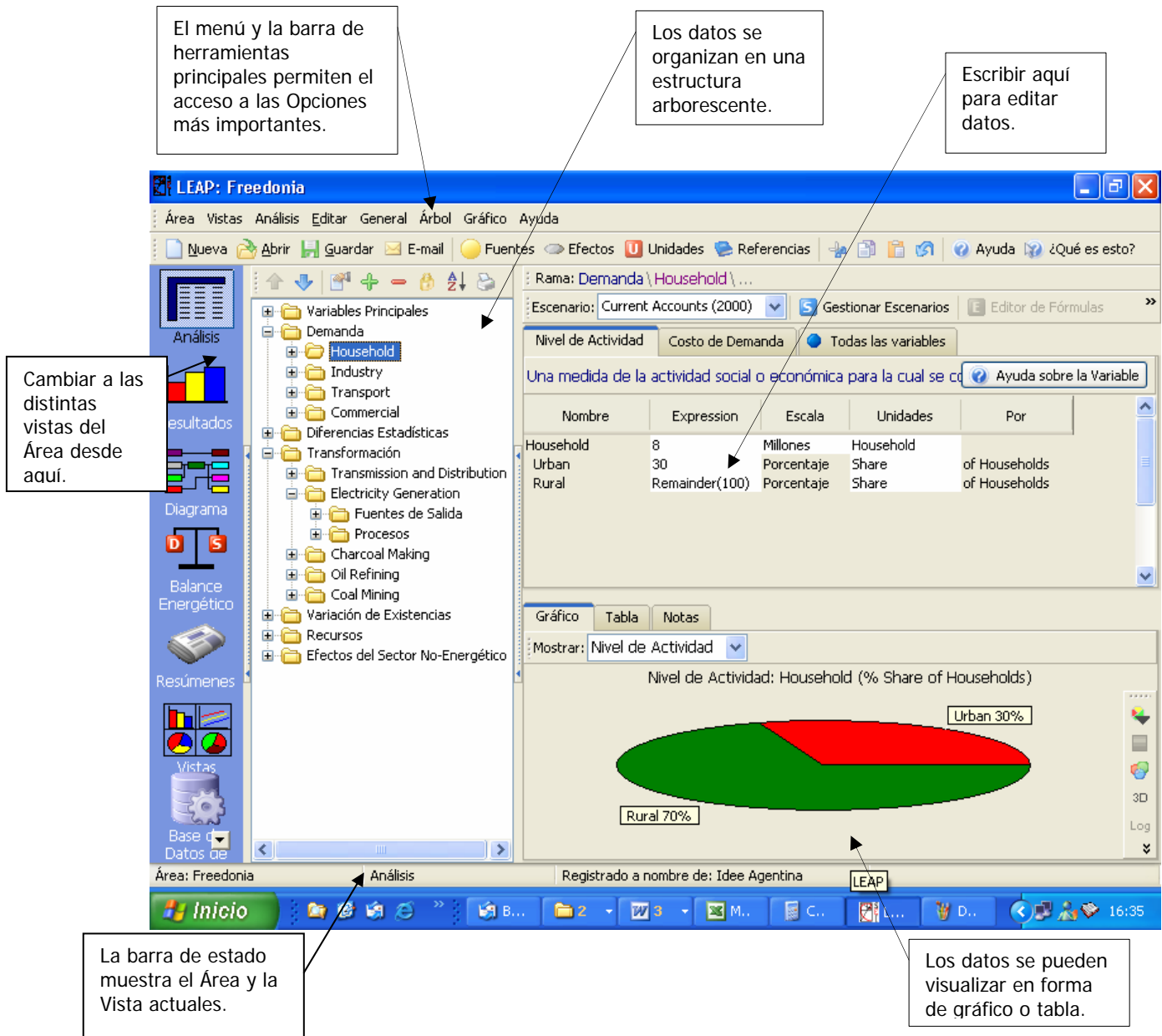
- La **Vista de Análisis** es donde se ingresan o se ven los datos y se construyen modelos y escenarios.
- La **Vista de Diagramas** muestra el sistema energético representado como un Diagrama de Referencia del Sistema Energético.
- La **Vista de Resultados** es donde se examinan los resultados de los distintos escenarios en forma de gráficos y tablas.

Para obtener información sobre las otras vistas, se puede hacer clic en **Ayuda**.

La Vista de Análisis



La **Vista de Análisis**, que se muestra a continuación, tiene otros controles, además de los de la Barra de Vistas ya mencionados. A la izquierda se encuentra el árbol en el que se ven o editan las estructuras de datos. A la derecha hay dos paneles interdependientes. Arriba hay una tabla en la cual se editan o ven los datos y se crean las relaciones de modelización, y debajo de ésta hay un área que contiene gráficos y tablas que resumen automáticamente los datos ingresados más arriba. Sobre la tabla de datos se encuentra una barra de herramientas que permite seleccionar los datos que se desea editar. La barra de herramientas de la parte superior de la pantalla permite acceder a los comandos más frecuentes tales como guardar los datos, crear áreas nuevas, y acceder a combustibles, efectos y bases de datos de referencias.




A continuación se describen con mayor detalle las partes principales de la **Vista de Análisis**:





- **El árbol:** Este es el lugar donde se organizan los datos tanto para los análisis de demanda como de oferta (Transformación). En general el árbol funciona como el de las herramientas de Windows habituales, por ejemplo como el del Explorador de Windows. Se puede cambiar el nombre de las “ramas” haciendo un clic sobre las mismas y escribiendo el nuevo nombre, y se puede desplegar u ocultar la estructura arborescente haciendo clic en los símbolos +/- . Para mostrar u ocultar todas ramas, o para establecer el nivel de la jerarquía a visualizar, se usa el botón derecho del *mouse*.

Para editar el árbol, se debe hacer clic con el botón derecho del *mouse* y usar los botones **Agregar** (+), / **Eliminar** (-) y **Propiedades** (🔧). Todas estas opciones también se encuentran en el menú **Árbol**. Se puede mover las ramas seleccionadas haciendo clic sobre ellas y arrastrándolas, o se pueden copiar partes del árbol manteniendo presionada


la tecla **Ctrl** y luego haciendo clic y arrastrando las ramas. También se pueden copiar y pegar ramas usando las teclas de método abreviado habituales de Windows para las opciones Cortar y Pegar: **Ctrl-C** y **Ctrl-V**.

El árbol contiene diferentes tipos de ramas. El tipo depende de su contexto (por ejemplo, si es parte de la estructura de datos de demanda o de Transformación, o si es una de las variables independientes propias agregadas en la rama “Variables Principales”. Las distintas clases de ramas están representados por diferentes íconos. A continuación se enumeran los principales tipos:

 Las **ramas de Categoría** se usan principalmente para organizar jerárquicamente los datos del árbol. En un análisis de demanda, estas ramas sólo contienen datos sobre niveles de actividad y costos. En un análisis de oferta, las ramas de categoría se usan para indicar los principales “módulos” de conversión de energía, tales como generación eléctrica, refinamiento de petróleo y extracción de recursos, así como también grupos de procesos y fuentes de salida.

Las **ramas de Tecnología** contienen datos sobre las tecnologías reales para consumir, producir y convertir energía. En los análisis de oferta, las ramas de tecnología se identifican con el ícono . Se usan para indicar los procesos particulares dentro de cada módulo que convierten energía (por ejemplo una central eléctrica en particular en un módulo de generación eléctrica). En un análisis de demanda, las ramas de tecnología se asocian a ciertas fuentes en particular y también tienen generalmente una intensidad energética asociada.. Las ramas de tecnología de demanda pueden aparecer de tres formas diferentes, según el tipo de metodología de análisis de demanda elegido. Estas metodologías son: análisis de actividad () , análisis de las existencias () y análisis de transporte (). Esta última metodología se describe con mayor detalle en el Ejercicios 5.

 En las **ramas de Variables Principales** se crean las variables independientes propias del usuario, tales como los indicadores macro-económicos o demográficos.

 Las **ramas de Fuentes** se encuentran dentro de la rama de Recursos. También aparecen debajo de cada módulo de Transformación, representando las **Fuentes de Salida** producidas por el módulo, y las **Fuentes Auxiliares e Ingresadas** consumidas por el módulo.



 Las **ramas de Cargas Ambientales** representan los diversos contaminantes emitidos por las demandas de energía y las tecnologías de transformación. Las ramas de efectos siempre están en los niveles más bajos dentro de la jerarquía del árbol. En un análisis de demanda, aparecen debajo de las tecnologías de demanda, mientras que en un análisis de transformación aparecen debajo de las ramas de fuentes ingresadas y auxiliares. En forma opcional, también se pueden crear para análisis de emisiones de sectores no energéticos.

Tabla de Datos: La Vista de Análisis contiene dos paneles a la derecha del árbol. El panel superior es una tabla en la que se pueden ver y editar los datos de las variables de cada rama del árbol. Cuando se hace clic en las distintas ramas, la pantalla de datos muestra los datos de las ramas en, e inmediatamente debajo de esa rama del árbol. Cada fila de la tabla representa los datos para una rama del árbol. Por ejemplo, en el conjunto

de los datos de muestreo, si se hace clic en la rama “Demanda”, la pantalla de datos enumera los sectores del análisis de demanda; si luego se hace clic en “Residencial”, la pantalla de datos resume los sub-sectores residenciales (urbanos y rurales, en este caso).

Arriba de la tabla hay una serie de “solapas” que dan acceso a las diferentes variables asociadas con cada rama. Las solapas que aparezcan variarán según la forma en que las estructuras de datos han sido especificadas, y en qué parte del árbol se está trabajando. Por ejemplo, cuando se editan sectores de demanda, aparecerán solapas que permiten el acceso a “Nivel de Actividad” y “Costos de Demanda”, mientras que en los niveles más bajos del árbol, también aparecerán solapas para datos de “Intensidad Energética Final” y de “Cargas Ambientales” .

- **Gráfico/Tabla/Notas:** El panel inferior resume los datos ingresados arriba en forma de gráfico o tabla. Para personalizar el gráfico que se está visualizando, se debe usar la barra de herramientas de la derecha. Los gráficos se pueden visualizar en diferentes formatos (de barra, circular, etc.), imprimir o copiar al portapapeles para insertarlos en un informe. La barra de herramientas permite además exportar los datos a Excel o PowerPoint.
- **Lista desplegable de Escenarios:** Arriba de la tabla de datos hay una lista desplegable que se puede usar para seleccionar **Año Base** o cualquiera de los escenarios de un área. La información de Año Base corresponde al año base del estudio en curso. En LEAP, los diferentes escenarios comienzan siempre a partir del año base. Esta lista también muestra la *herencia* básica de cada escenario. En LEAP, los escenarios pueden *heredar* fórmulas de modelización de otros escenarios. En última instancia, todos los escenarios heredan fórmulas de la información en Año Base. En otras palabras, a menos que se ingresen específicamente datos de escenario para una variable, el valor de esta última será constante en el futuro.

Para crear un nuevo escenario, se debe hacer clic en **Gestionar Escenarios**, (). Cuando se crea un nuevo escenario, se puede especificar que se base en (o herede de) otro escenario. Mientras no se cambien algunas fórmulas en el escenario nuevo, dará exactamente los mismos resultados que su escenario de origen. Las fórmulas que se muestran en la tabla de datos están codificadas por color, de manera que se puede determinar si fueron ingresadas explícitamente en el escenario (de color azul), o si son heredadas del escenario de origen (de color negro).


Ejercicio 1: Introducción al LEAP

1.1. Descripción general de Freedonia

Para ilustrar el uso de LEAP en una variedad de contextos diferentes, los datos de Freedonia se han estructurado de manera de reflejar tanto las características de un país industrializado, como las de uno en vías de desarrollo. Por ejemplo, la población urbana de Freedonia cuenta con un nivel total de electrificación y vive según los parámetros de la OCDE, mientras que su población rural más pobre tiene acceso limitado a los servicios modernos de energía, y depende en gran medida de combustibles obtenidos de la biomasa para cubrir sus necesidades básicas. Para simplificar los ejercicios y reducir el ingreso de datos repetitivos, no se han incluido, en forma deliberada, una cantidad de sectores comunes y usos finales. Por ejemplo, el Ejercicio 1 considera sólo un sector residencial parcial: usos energéticos para artefactos eléctricos en los hogares urbanos de Freedonia, y usos para cocción y electricidad por parte de los residentes rurales. Asimismo, en el Ejercicio 2 no hay un sector agricultura, y la única energía utilizada por los edificios comerciales es para calefacción de ambientes.

1.2. Parámetros Básicos

Antes de comenzar los ejercicios, se deben establecer los parámetros básicos para el estudio a realizar. Estos incluyen la unidad energética estándar, la unidad monetaria estándar (incluyendo el año base), y los parámetros monetarios básicos.

LEAP viene equipado con un conjunto completo de datos sobre Freedonia, por lo que, para los fines de estos ejercicios, será necesario crear un nuevo conjunto de datos llamado “Nueva Freedonia”. Se debe comenzar por crear una nueva área en LEAP llamada “Nueva Freedonia”, basada sólo en las hipótesis por omisión* (Menú **Área: Área Nueva**). Luego ir a la pantalla **General: Parámetros Básicos**  y especificar el año base y el año final para el análisis. Elegir 2000 como año base y 2030 como año final. También se sugiere ingresar 2030 como el único año por omisión para funciones de series de tiempo (esto ahorrará tiempo luego, cuando se especifiquen datos interpolados). En la pantalla de **Alcance**, se pueden dejar todas las opciones deshabilitadas al principio, ya que se comenzará solamente con un análisis de demanda. Todas las demás opciones pueden quedar en los valores por omisión.

1.3. Demanda

Este ejercicio preliminar de análisis de demanda considera sólo la energía usada en los hogares de Freedonia. Se comenzará por desarrollar una serie de datos del “Año Base” que describen los usos energéticos de los hogares en el año más reciente del que se tiene información disponible (2000). Luego se construirá un escenario de “Referencia” que examina los cambios probables en los patrones de consumo energético para los años siguientes en ausencia de nuevas políticas. Finalmente, se desarrollará un escenario de “Política” que examina cómo se puede reducir el crecimiento del consumo energético por medio de la introducción de medidas de eficiencia energética.

* La palabra *default* será traducida siempre como “por omisión”, o “hipótesis por omisión”, según corresponda en cada caso. (N. del T.)

1.3.1. Estructuras de Datos

El primer paso en un análisis energético es diseñar la estructura de datos. La estructura determinará qué clase de tecnologías, políticas y rutas alternativas de desarrollo se pueden analizar. Estará guiada por la información que se recopile (datos e hipótesis) y por las relaciones que se planteen como hipótesis. Por ejemplo, se podría considerar si se quieren incluir ramas para cada posible consumidor final o sólo para las categorías principales de consumo de energía residencial; si las intensidades energéticas residenciales se desarrollarán sobre una base per cápita (es decir, por persona), o por hogar; o si la demanda energética será una función directa del ingreso o de los precios. (En este ejercicio sencillo no se incluyen estos factores.)

Antes de usar el programa, entonces, es importante planear la forma en que se ingresarán los datos al mismo. La siguiente descripción de los datos relevantes (que se pueden leer en las secciones 1.3.2 a 1.3.3) dará una idea de los tipos de estructuras de datos posibles. *Nótese que se puede crear más de una estructura de ramas con los datos provistos.*

Es una buena idea esbozar la estructura antes de ingresarla a LEAP. Se pueden usar los espacios en blanco que siguen para ello. Si se está trabajando en un curso de entrenamiento, es conveniente discutir el esquema con el instructor y corregir el diseño si fuera necesario.

Primer Esquema del Árbol de Demanda

Segundo Esquema del Árbol de Demanda

Después de leer las secciones siguientes y concluir un esquema de árbol de demanda, se debería estar en condiciones de crear una estructura de árbol de demanda en LEAP que refleje la organización de los datos de demanda residencial en Freedomia.

Sugerencia: Seleccionar la Vista de Análisis en la Barra de Vistas antes de proseguir, y seleccionar Año Base en la lista desplegable de escenarios. Nótese que sólo se puede cambiar la estructura del árbol (y también seleccionar factores de escala, fuentes y unidades) cuando se editan los datos del Año Base.

La estructura del árbol se crea usando los comandos **Agregar**, **Eliminar** y **Propiedades**, a los que se accede haciendo clic con el botón derecho del *mouse* en el Árbol, o bien desde el menú Árbol. En este ejercicio, se crearán varios sub-sectores, usuarios finales y artefactos bajo la rama “Residencial”, pero, por el momento, se pueden ignorar otras ramas del sector de demanda llamadas Industria, Transporte, etc. Se debe recordar que la mayor parte de las ramas de los niveles más altos dentro de la jerarquía del árbol son las de “categorías” (📁), mientras que las de menor jerarquía, en las que se selecciona un combustible y se ingresa una intensidad energética, son las de “tecnologías” (⚙️).

1.3.2. Año Base

En el año 2000, los 40 millones de habitantes de Freedonia viven en alrededor de 8 millones de hogares. El 30% de éstos se encuentran en áreas urbanas. A continuación se detallan los datos principales:

Hogares Urbanos

- Todos los residentes urbanos de Freedonia están conectados a la red eléctrica, y usan electricidad para iluminación y para el funcionamiento de otros artefactos.
- El 95% tiene heladeras, que consumen un promedio de 500 Kwh. por año.
- Un hogar urbano promedio consume 400 Kwh. en iluminación por año.
- Cada hogar urbano consume 800 Kwh. al año para el funcionamiento de otros artefactos tales como grabadoras de video, televisores y ventiladores.
- El 30% de los residentes urbanos de Freedonia usa cocinas eléctricas para cocinar; el resto usa cocinas de gas natural. Todos los hogares tienen un solo tipo de cocina.
- La intensidad energética anual de las cocinas eléctricas es de 400 Kwh. por hogar; para las cocinas de gas natural es de 60 metros cúbicos.

Sugerencia 1: En general, los datos precedentes se pueden ingresar como valores numéricos simples en la columna “Fórmulas del Año Base”. En las columnas de “Escala” y “Unidades”, se deben seleccionar las unidades para los niveles de actividad e intensidades energéticas para cada rama (los factores de escala pueden quedar en blanco). Si se especifica “participación” (“Share”) como la unidad para el tipo de cocina (de gas natural o eléctrica), sólo se necesitará ingresar el valor porcentual para las cocinas eléctricas. Para las cocinas de gas, ingresar “Remainder(100)” (Resto (100)). LEAP usará esta fórmula para calcular el número de hogares que usan cocinas de gas natural.

Sugerencia 2: Al seleccionar las unidades para los niveles de actividad, es importante elegir entre “saturaciones” (“saturation”) y “participación” (“share”). “Participación” se debe usar sólo cuando los niveles de actividad para ramas adyacentes necesitan sumar el 100%, como en el caso de la participación de las fuentes de las cocinas mencionado más arriba. Los cálculos de LEAP requieren que la participación siempre sume el 100% en las ramas inmediatamente adyacentes. Por lo tanto, se deberá usar “saturación” para

ítems tales como ‘posesión de heladeras’, que no necesitan sumar el 100%, para evitar posteriores mensajes de error.

Hogares rurales

- Un sondeo reciente de todos los hogares rurales (tanto con acceso a electricidad como sin él) indica que se usan los siguientes tipos de artefactos para cocinar:

<u>Artefactos de Cocina usados en la Zona Rural de Freedomia</u>		
	<u>% Participación de Hogares Rurales</u>	<u>Intensidad Energética Por Hogar</u>
Cocina a carbón vegetal	30%	166 Kg/año
Cocina a GLP	15%	59 Kg/año
Leña	55%	525 Kg/año

***Sugerencia:** Para crear dos ramas, una para hogares con acceso a electricidad y otra para hogares sin tal acceso, se pueden ingresar los datos de la tabla precedente sólo una vez y luego copiar y pegar el grupo de ramas de un sub-sector a otro. Esto se puede hacer manteniendo presionada la tecla **Ctrl** y luego haciendo clic sobre las ramas y arrastrándolas. También se pueden copiar ramas usando las teclas **Ctrl-C** y **Ctrl-V**.*

- Sólo el 25% de los hogares rurales tiene acceso a electricidad por conexión a la red.
- El 20% de los hogares rurales con acceso a electricidad tiene heladera, que consume un promedio de 500 Kwh. al año.
- Los hogares rurales con acceso a electricidad la usan para iluminación, con un consumo de 335 Kwh. por hogar. El 20% de estos hogares también usa lámparas de kerosén como una forma adicional de iluminación, con un consumo de ese combustible de alrededor de 10 litros por año.
- Otros artefactos eléctricos (TV, radio, ventiladores, etc.), consumen 111 Kwh. por hogar por año.
- Los hogares sin acceso a electricidad dependen exclusivamente de las lámparas de kerosén para iluminación, consumiendo un promedio de 69 litros por hogar por año.

***Sugerencia:** Este es un buen momento para recordar que es necesario guardar los datos antes de proseguir. Para esto se debe hacer clic en el ícono correspondiente, o seleccionar **Áreas: Guardar**. Siempre es conveniente guardar los datos en forma frecuente.*

1.3.3. Escenario de Referencia


A esta altura, ya se está en condiciones de crear el primer escenario denominado escenario de “Referencia”, que analice la probable evolución de las demandas energéticas del sector residencial en el tiempo. Para ello, se debe hacer clic en el botón **Gestionar Escenarios**, (**S**), y usar la pantalla que aparece para agregar un primer escenario. Se lo puede llamar “Referencia”, y se puede abreviar como “REF”. Es conveniente agregar una nota explicativa

para describir el escenario; por ejemplo, “escenario sin cambios, proyecciones oficiales de PBI y población; sin nuevas políticas aplicadas.”

Luego se sale de la pantalla de Gestionar Escenarios y, si fuera necesario, se selecciona el escenario de “Referencia” de la lista desplegable en la parte superior de la pantalla. Después se ingresan los datos que se plantean como hipótesis y predicciones para el futuro de Freedonia, de la forma que se describe a continuación.

***Sugerencia:** Si se desea agregar ramas o editar los datos del año base, se debe volver a Año Base.*

Se ingresan primero los cambios demográficos básicos que se espera se produzcan en Freedonia. Se espera que el número de hogares, que es de 8 millones en el año 2000, crezca a un ritmo de 3% por año.

***Sugerencia:** Para ingresar un índice de crecimiento, presionar **Ctrl-G** o hacer clic en el botón  vinculado al campo de la fórmula o seleccionar “**Tasa de Crecimiento**”. (Para ver esta opción se debe estar en escenarios). También se puede escribir “Growth (3%)” (Crecimiento 3%) directamente a modo de fórmula.*

Hogares Urbanos

- Hacia el año 2030, el 45% de los hogares de Freedonia estarán en áreas urbanas.


***Sugerencia:** Una situación común en LEAP es cuando se desea especificar sólo algunos valores de datos (2000, implícitamente, y 2030) y luego dejar que LEAP interpole para calcular los valores de todos los años intermedios. Se pueden ingresar datos interpolados de varias maneras diferentes. La más simple es hacer clic en el botón vinculado al campo de la fórmula y seleccionar “Valor del Año Final”. Luego simplemente se tipea el valor 45. Cuando se hace clic en **OK**, LEAP ingresará una función “Interp” en la fórmula. También se puede escribir la función “Interp” directamente en el campo de la fórmula como “Interp(2030, 45)”.*

- La creciente preferencia por cocinas eléctricas resulta en una participación en el mercado del 55% hacia el año 2030.
- Se espera que la intensidad energética de las cocinas eléctricas y de gas disminuya en medio punto porcentual por año debido a la penetración de tecnologías energéticas más eficientes.
- Dado que los ingresos aumentan y la gente compra artefactos más grandes, la intensidad energética anual usada en refrigeración aumenta a 600 Kwh. por hogar hacia el año 2030.
- También la intensidad energética anual usada en iluminación aumenta a 500 Kwh. por hogar hacia el año 2030.
- El uso de otros equipos que consumen electricidad crece rápidamente, a un ritmo de 2,5% por año.

***Sugerencia:** Para especificar una disminución, simplemente ingresar una tasa de crecimiento negativa.*

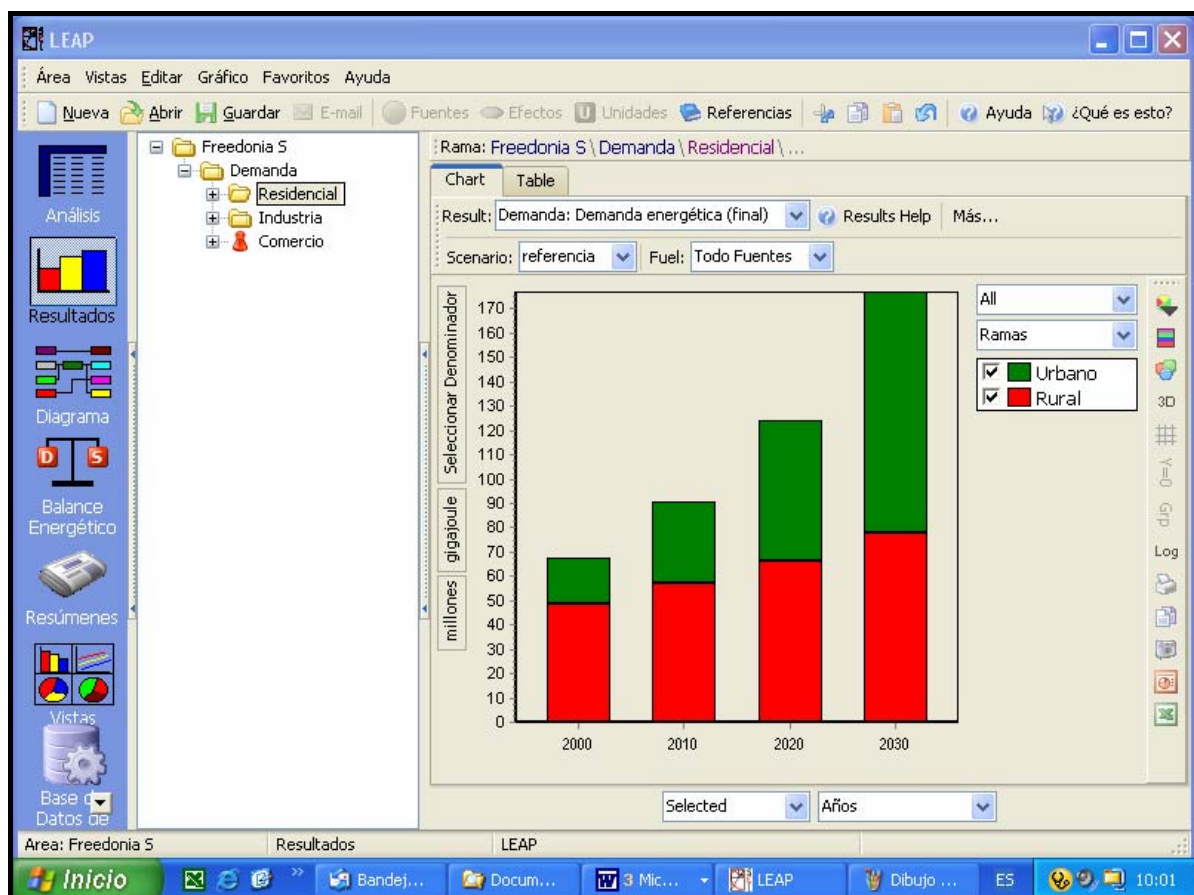
Hogares Rurales

- Se espera que un programa de electrificación rural que se está aplicando aumente el porcentaje de hogares rurales con acceso al servicio eléctrico a 28% en 2010 y a 50% en 2030.
- A medida que aumentan los ingresos, se espera que aumente la intensidad energética usada para la iluminación eléctrica en 1% al año.
- El uso de heladeras en hogares rurales conectados a la red se espera que aumente al 40% hacia el 2010 y al 66% en 2030.
- Debido a actividades de desarrollo rural, la participación de los diversos artefactos en el uso cocción se modifican, de manera que hacia el 2030, el 55% de los hogares usa cocinas a GLP, y el 25% a carbón vegetal. El resto de los hogares rurales usa cocinas a leña.

Sugerencia: Guardar los datos antes de proseguir presionando el botón Guardar, cuyo ícono es .

1.3.4. Visualización de los Resultados

Para ver los resultados del escenario Referencia, ya sea en forma de Gráfico o de Tabla, se debe hacer clic in Vista de **Resultados**.



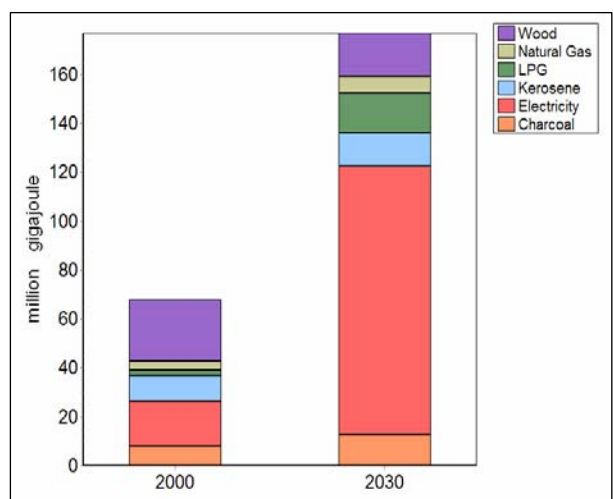
Para configurar los resultados:

- En el Gráfico, usar las listas desplegables para seleccionar los tipos de datos que se desea ver en la leyenda y el eje X. En general se seleccionan años para el eje X para muchos gráficos, y “fuentes” o “ramas” como leyenda (ver arriba).
- En la barra de herramientas que se encuentra en la parte superior del gráfico, seleccionar Resultados: “Demanda Final Neta de Fuente”; luego, usando el Árbol, seleccionar las ramas de demanda que se desea que aparezcan en el Gráfico. Hacer clic en la rama “Demanda” para ver las demandas totales de energía de Freedonia.
- Usar las listas desplegables de “unidades” en el eje izquierdo para cambiar las unidades del informe. Se pueden personalizar aún más las opciones del gráfico usando la barra de herramientas que se encuentra a la derecha del mismo. Usar la barra de herramientas para seleccionar opciones tales como el tipo de gráfico (de áreas, de barras, de líneas, circular, etc.) o si el gráfico está apilado o no.
- Una vez que se ha creado un Gráfico, hacer clic en la solapa **Tabla** para ver los resultados con formato de Tabla. Se puede también guardar la configuración del gráfico como “Favorito” (hacer clic en el menú “Favoritos”) para usarlo como referencia en el futuro. Esta opción funciona de manera similar a las opciones Favoritos/Marcador en los navegadores de Internet del tipo de Netscape o Internet Explorer.

El próximo paso es comparar las proyecciones de demanda obtenidas con la tabla y el gráfico que se muestran aquí. Comenzar por comparar los resultados en los niveles más altos (es decir, comenzar por hacer clic en “Demanda”) y luego ir bajando hacia los niveles más detallados para investigar dónde radica el problema, usando las respuestas de demanda que se muestran a la derecha. Antes de seguir, se deben corregir los datos. (Ignorar las diferencias inferiores al 1%).

Sugerencia: Revisar siempre los datos de Año Base uno por uno antes de tratar de corregir los problemas con resultados de años futuros.

Demanda Energética según la Fuente (Millones de GJ)



Demanda Energética por Rama (Millones de GJ)

Ramas	2000	2030
Urbano	19.0	99.3
Refrigeración	4.1	17.9
Cocina	4.5	12.9
Electricidad	1.0	6.0
Gas Natural	3.4	6.9
Alumbrado	3.5	15.7
Otros Usos	6.9	52.8
Rural	48.8	77.5
Con servicio eléctrico	11.7	40.8
Refrigeración	0.5	6.3
Cocina	8.9	23.3
Carbón vegetal	2.0	6.4
Leña	6.3	8.7
GLP	0.6	8.2
Alumbrado	1.8	9.1
Eléctrico	1.7	8.7
Kerosén	0.1	0.4
Otros Usos	0.6	2.1
Sin servicio eléctrico	37.1	36.7
Cocina	26.6	23.3
Carbón Vegetal	6.0	6.4
Leña	18.8	8.7
GLP	1.8	8.2
Alumbrado	10.5	13.4
Total de Hogares	67.8	176.8

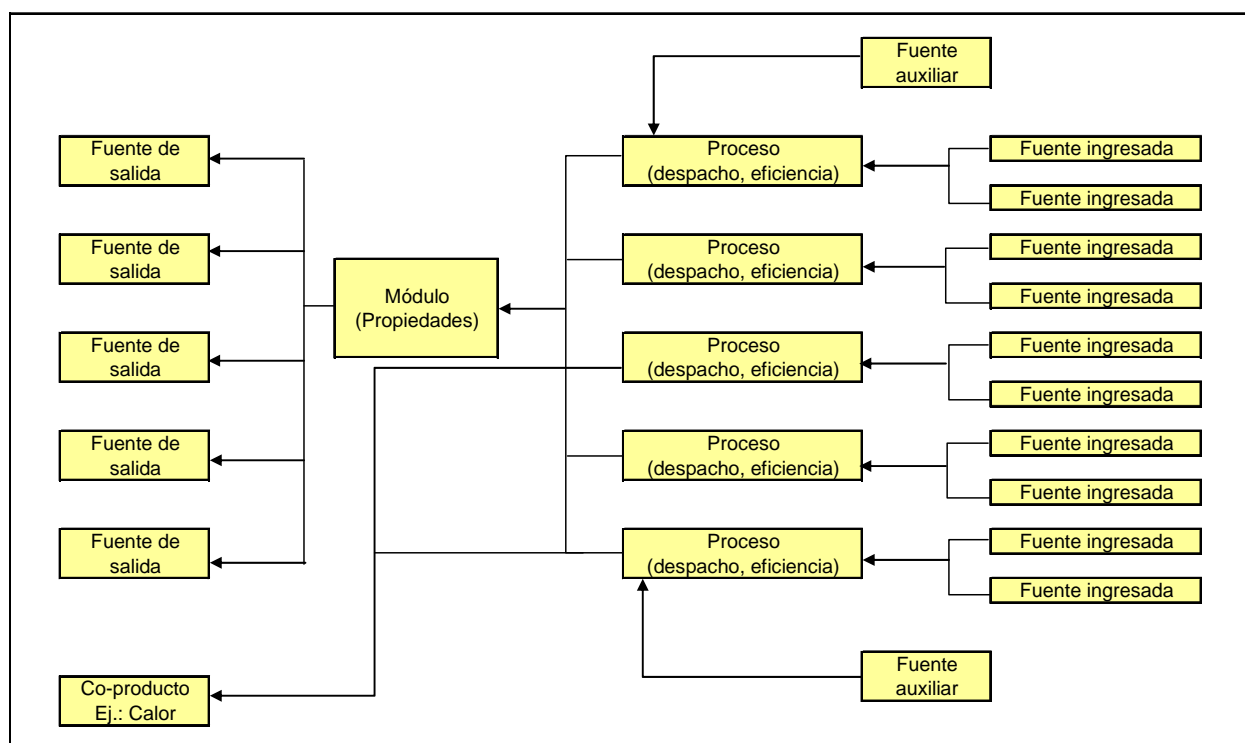
Responder las siguientes preguntas:

- 1. ¿Cuál es la participación del uso de electricidad en áreas urbanas en comparación con las rurales en el año 2000? ¿Cómo cambia este panorama hacia el 2030?*
- 2. ¿Qué uso final predomina en el consumo de electricidad de los hogares en el 2000 y en el 2030?*
- 3. En general, ¿aumenta o disminuye el uso de energía de la biomasa? ¿En qué cantidad?*


1.4. Transformación

El sector Transformación usa ramas especiales llamadas *módulos*, para modelar sectores de oferta de energía y conversión tales como generación de electricidad, refinación, o producción de carbón vegetal. Cada módulo contiene uno o más *procesos*, que representan una tecnología en particular, por ejemplo, un tipo de central eléctrica o de refinería de petróleo en especial, y produce una o más *fuentes de salida*. Éstas representan los productos energéticos originados en el módulo. A continuación se muestra la estructura básica de un módulo.

Estructura de un Módulo de LEAP

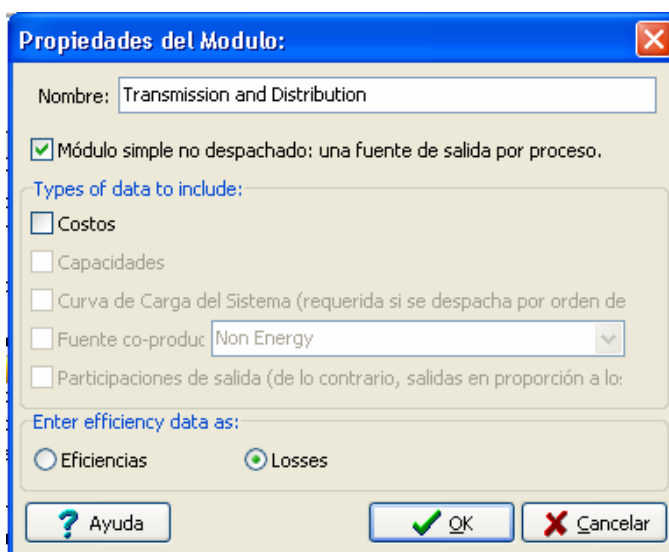


En este ejercicio se desarrollará un modelo simplificado de los sectores de transmisión y generación de electricidad de Freedonia. Este modelo servirá de base para el modelo más detallado y realista que se creará en el Ejercicio 3.

Volver a la pantalla **General: Parámetros Básicos** () y habilitar la casilla de Transformación & Recursos, puesto que ahora se van a ingresar datos para varios módulos de Transformación.

1.4.1. Transmisión y Distribución

Se comenzará por agregar un módulo simple para representar las pérdidas de electricidad y en transmisión y distribución (T&D), y las pérdidas de gas natural del gasoducto. Las pérdidas de T&D de electricidad representan el 15% de la electricidad generada en el año 2000. En el escenario de Referencia, se espera que éstas disminuyan al 12% hacia el año 2030. Las pérdidas de gas natural del gasoducto alcanzan al 2% en el año 2000, y se espera que disminuyan al 1,5% hacia el 2030 en el escenario de Referencia.



Para crear un módulo, se debe hacer clic con el botón derecho del *mouse* en la rama

de Transformación del Árbol, y seleccionar el comando **Agregar** (+). En la pantalla de propiedades del módulo (que se muestra a la derecha), ingresar el nombre “Transmisión y Distribución”, y usar las casillas de activación para indicar los tipos de datos que se ingresarán. Seleccionar la casilla marcada “módulo simple no despachado”, y luego indicar que las eficiencias serán ingresadas como “pérdidas”.

Cuando se hace clic en “OK”, el módulo queda agregado. Desplegar las ramas contenidas en el módulo que se acaba de crear, y aparecerán algunas ramas nuevas llamadas **Fuentes de Salida y Procesos**. Hacer clic en **Procesos**, y agregar primero un proceso nuevo llamado “Electricidad”. Seleccionar la fuente ingresada (electricidad), y luego ingresar el porcentaje de participación de las pérdidas de energía en la solapa **Pérdidas de Energía**. Repetir el procedimiento para agregar un proceso para gas natural, y luego ingresar los datos de pérdidas de gas natural del gasoducto.

***Sugerencia:** Proceder de la misma manera que en “demanda” para ingresar datos que varían a través del tiempo: cambiar al escenario de Referencia y usar la función Interpolador (Interpolate) para especificar cómo varían las pérdidas de electricidad a través del tiempo.*

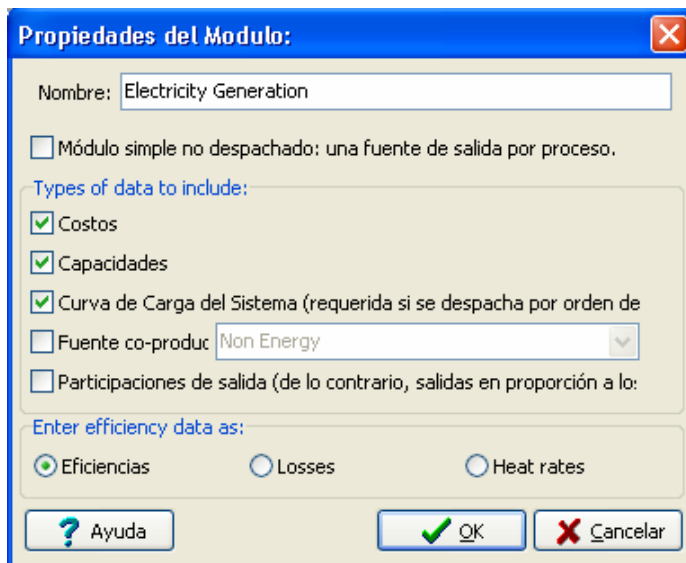
1.4.2. Generación de Electricidad

El próximo paso es simular cómo se genera electricidad en Freedonia. El módulo “Generación de Electricidad” debería aparecer ya en la lista. Si no fuera así, será necesario agregarlo.

Se debe asegurar que el módulo Generación de Electricidad aparezca debajo del módulo Transmisión y Distribución en la lista de módulos. Puede ser necesario usar los botones de “hacia arriba” (↑) o “hacia abajo” (↓) para re-ordenar los módulos. Antes de hacer esto, se deberá volver a Año Base. La secuenciación de los módulos refleja el flujo de los recursos energéticos desde primarios/extracción (en la parte inferior de la lista) hasta uso final (en la parte superior). La energía se debe generar antes de ser transmitida y distribuida. De la misma forma, un módulo para la minería de carbón que se usa como materia prima para la generación de electricidad debería agregarse en la parte inferior de la lista.

Se debe asegurar que las propiedades (📄) se fijen en forma correcta para el módulo Generación de Electricidad (ver la figura arriba). Dado que se estarán especificando datos referidos a **capacidades de la planta, costos, eficiencias**, y una curva de **carga del sistema**, se debe asegurar que estas opciones estén seleccionadas.

Luego se agregarán x cantidad de procesos, que representarán las diversas centrales de potencia de la región. La siguiente tabla proporciona información sobre algunas de las características básicas de estas centrales:



Tipo de Central	Capacidad Instalada (MW)	Eficiencia Térmica (%)	Orden de Mérito de Despacho	Factor de Capacidad Máxima
Vapor de carbón	1000	30	1 (base)	70
Hidroeléctrica	500	100	1 (base)	70
Turbinas de Combustión Diesel	800	25	2 (pico)	80

Este ejercicio simulará operaciones en el año base de una forma especial, puesto que para ese año se conocen los datos que describen la operación (histórica) de las centrales de potencia. En años futuros, para los cuales no existen datos de operación, se simulará el despacho de diferentes centrales de potencia especificando una norma de despacho y varios parámetros que permitirán a LEAP simular el despacho de centrales de potencia en orden de mérito.

Para permitir esta simulación, se necesitan configurar algunas variables de proceso en Año Base. Primeramente, se fija el año 2001 como el **Primer Año de la Simulación** (es decir, el año posterior al Año Base) para todos los procesos. Luego, se establece que las **Normas de Despacho de Procesos** serán “en orden de mérito ascendente” para todos los procesos. Estas normas se cumplirán a partir del año 2001.

En el año base, el total generado fue de 5970 GWh. El 29% provenía de centrales hidroeléctricas, el 15%, de Turbinas de Combustión Diesel, y el resto de centrales de carbón.

El sistema de electricidad funciona con un margen mínimo de reserva planificado de 35%, y el sistema eléctrico tiene actualmente un factor de carga del sistema bajo, como se refleja en la curva de carga del sistema que se muestra a continuación. La demanda máxima del sistema en el año 2000 fue de 1383 Mw.

<u>Horas</u>	<u>% de Carga Máxima</u>
0	100
1000	98
2000	95
3000	70
4000	40
5000	25
6000	20
7000	15
8000	12
8760	10

1.4.2.1. Escenario de Referencia

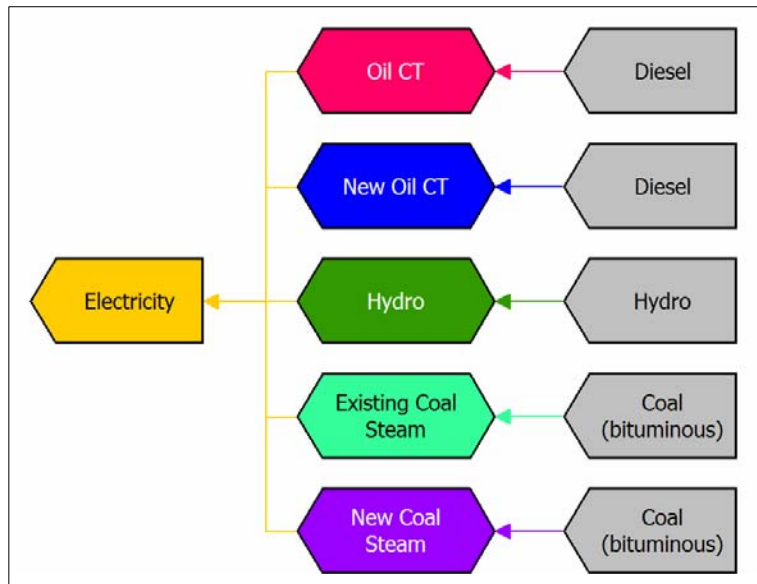
- En la actualidad no se están construyendo nuevas centrales eléctricas en Freedonia.
- En el Escenario de Referencia, se espera que varias de las centrales existentes sean retiradas. 500 Mw. de las centrales eléctricas de carbón se retirarán en el 2010 y los restantes 500 Mw. en 2020.

Sugerencia: Para ingresar cambios discretos, hacer clic en la fórmula de capacidad 2001-2030, y seleccionar la función “Escalón” (Step) en el **Asistente de Series de Tiempo**. Luego se pueden ingresar las restantes cantidades relevantes de capacidad en el futuro. La fórmula resultante para capacidad de carbón debería aparecer como: $Step(2010, 500, 2020, 0)$.

- En el futuro, para satisfacer la creciente demanda (y reemplazar las centrales cerradas), se espera que las nuevas centrales consistirán en centrales eléctricas de carbón operando en la base (construidas en unidades de 500 Mw., con una eficiencia térmica del 35%) y nuevas turbinas de combustión de diesel para cargas pico (construidas en unidades de 300 Mw. con una eficiencia térmica del 30%). Ambos tipos de centrales tienen una expectativa de vida de 30 años y un factor de capacidad máxima del 80%.

Sugerencia: Agregar nuevos tipos de centrales en Año Base y luego ingresar la información sobre incorporaciones de capacidad endógena en la solapa **Capacidad Endógena**, sólo en escenarios. Se debe recordar fijar el orden de mérito de despacho para cada proceso.

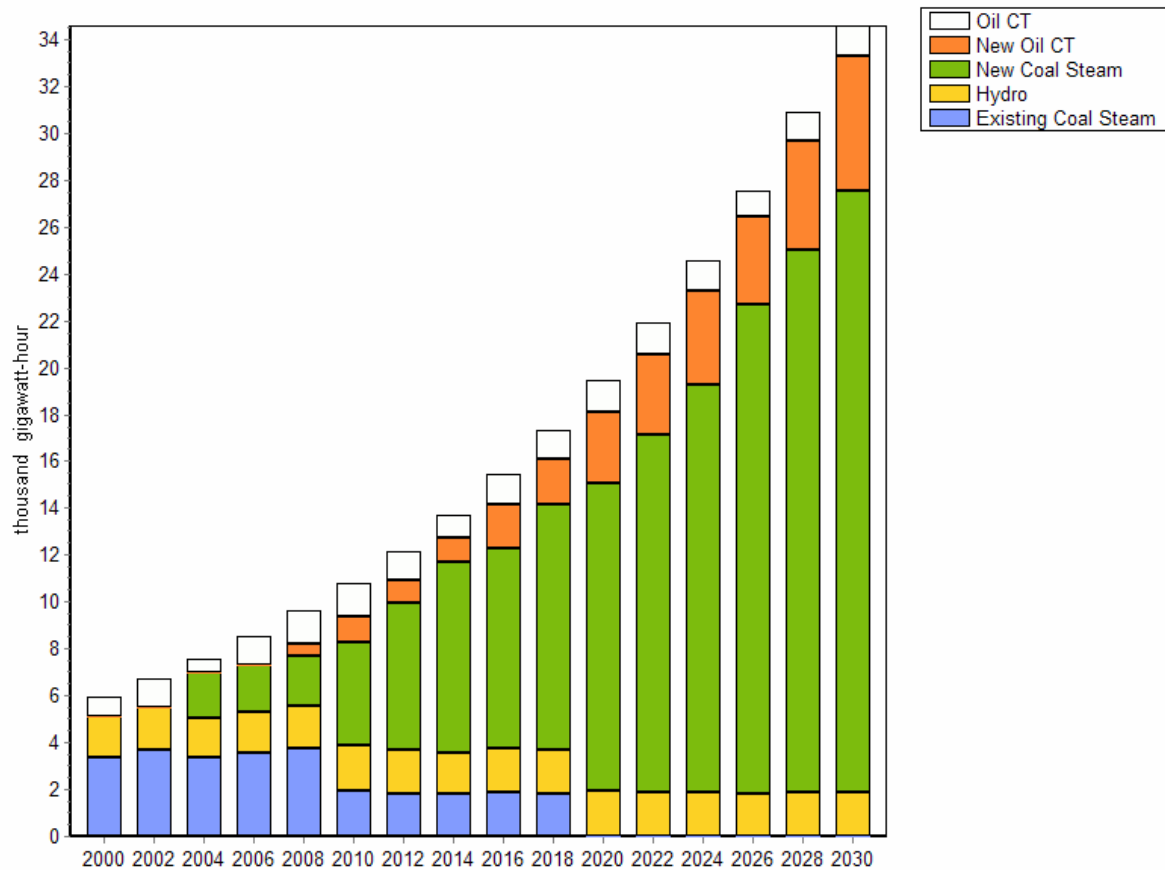
Usar la **Vista de Diagramas** (ícono superior de la Barra de Vistas) para revisar los flujos de energía en el sistema de suministro de energía que se ha creado. El diagrama debería mostrar los módulos que se han creado. Hacer doble clic en el módulo de generación de electricidad y verificar que el diagrama sea similar al que se presenta a la derecha. Si no es correcto, revisar que se hayan especificado todas las fuentes de entrada (específicas de cada proceso) y de salida (específicas de cada módulo) en forma correcta.



1.4.3. Visualización de los Resultados

Hacer clic en la **Vista de Resultados** para ver los resultados del escenario de Referencia. Seleccionar la rama Transformación: Generación de Electricidad y ver los resultados para categorías tales como capacidades, producción energética, y márgenes de reserva del módulo. Comparar los resultados obtenidos con las tablas y gráficos que se presentan a continuación.

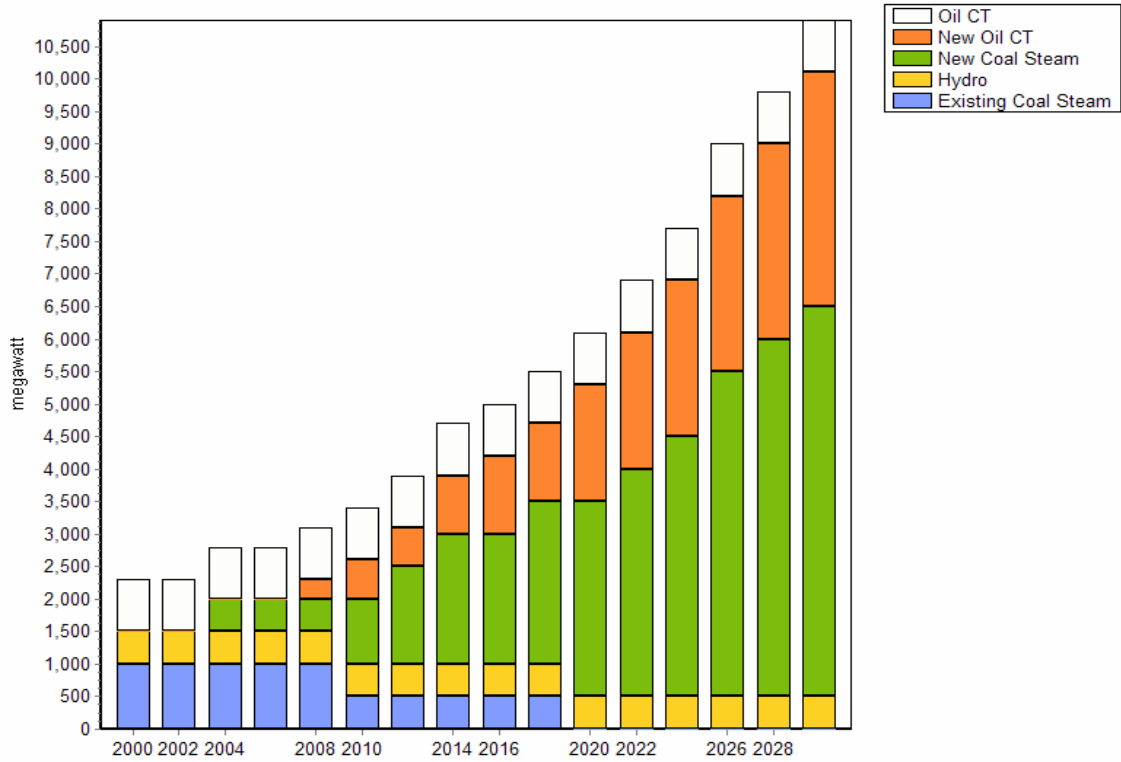
Generación de Electricidad en Freedonia: Escenario de Referencia



Notas: año base = 5.970 GWh, 2030 = 34.583 GWh

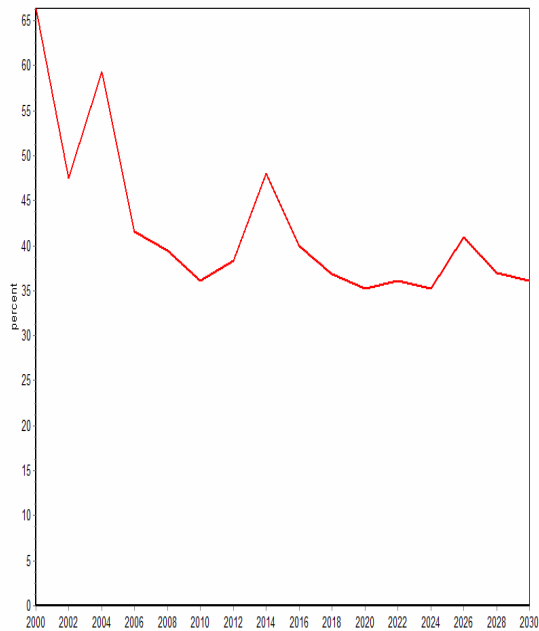
Sugerencia: Para obtener este gráfico, hacer clic en *Procesos*, debajo del módulo de *Generación de Electricidad* en el *Árbol*, seleccionar **Resultados: Transformación: Salidas**. Luego, elegir **Años Seleccionados** en el eje X, y resultados cada 2 años. En la leyenda del gráfico, seleccionar **Todas las Ramas**. Usar la barra de herramientas de gráficos de la derecha para seleccionar un gráfico de barras apilado. Finalmente, asegurarse que las unidades sean Gigavatios-hora en el eje Y. Para guardar todas estas configuraciones para futuras referencias, hacer clic en el menú *Favoritos* y elegir “*Guardar el Gráfico como Favorito*”.

Capacidad de Generación de Electricidad (MW)

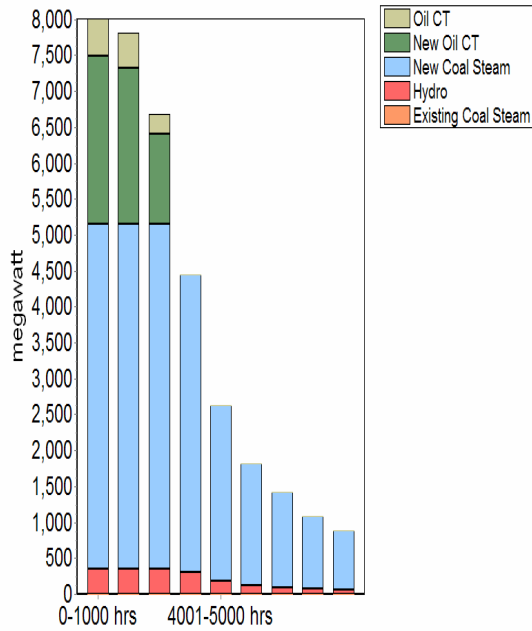


Notas: año base = 2300 MW, 2030 =11.400 MW



Margen de Reserva (%)



Potencia Despachada en 2030 (MW)

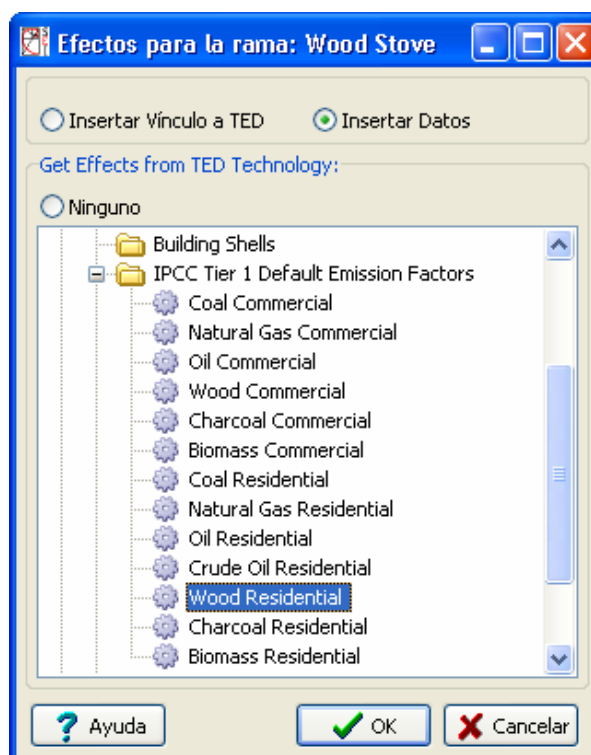


1.5. Emisiones

Ahora se utilizará LEAP para calcular las emisiones de los contaminantes principales en el escenario de Referencia. Para esto, se debe volver a la **Vista de Análisis**, seleccionar Año Base y luego crear *vínculos* entre cada rama de tecnología relevante (las indicadas con el ícono ) y tecnologías relacionadas o similares contenidas en la Base de Datos de Tecnología y Medio Ambiente (**TED**). Para crear vínculos con los datos en TED, primero se debe seleccionar la solapa **Cargas Ambientales**, y luego hacer clic en el botón TED (). Esto desplegará el cuadro de diálogo de la derecha.

Para este ejercicio, se usarán los factores de emisión por omisión sugeridos por el Panel Intergubernamental para los Cambios Climáticos (**IPCC**). Para crear los vínculos, primero hacer clic en una rama de tecnología

y luego seleccionar la solapa **Medio Ambiente** en la pantalla de datos. Luego, para cada sector de demanda relevante y cada tecnología de generación eléctrica, seleccionar la tecnología por omisión de Nivel 1 del IPCC adecuada, usando la lista de selección de tecnología que se muestra en la figura de la derecha.



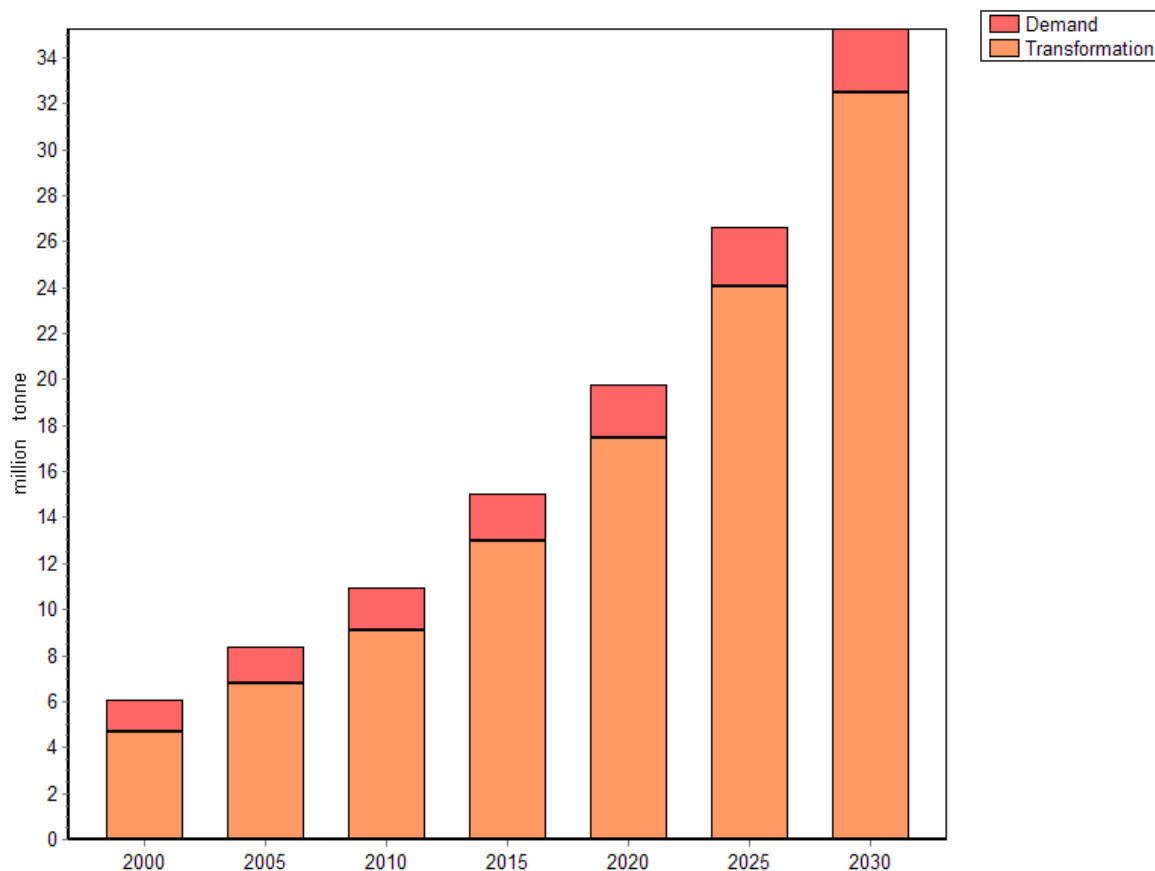
Se deberá asegurar que las fuentes de entrada de la tecnología TED sean similares a las fuentes usadas por la tecnología de LEAP. En algunos casos, las tecnologías de Nivel 1 del IPCC no contienen entradas para todas las fuentes. Si así fuera, será necesario elegir la tecnología que concuerde más estrechamente (por ejemplo, la categoría “Residencial Petróleo” – *Oil Residential* – del IPCC puede estar relacionada con la categoría “Cocinas a GLP” de LEAP).

NO se necesita crear vínculos con TED para ningún artefacto del sector de demanda que consume electricidad, como por ejemplo luces o heladeras, ya que sus impactos ambientales se producen al comienzo del proceso (es decir, en las centrales que producen la electricidad).

1.5.1. Visualización de los Resultados

Hacer clic en la **Vista de Resultados** para ver los resultados ambientales para el escenario de Referencia. Hacer clic en la rama “Freedonia” del nivel superior y seleccionar la categoría **Efectos Ambientales: Potencial de Calentamiento Global**. Comparar los resultados obtenidos con los que se muestran a continuación. También se deben verificar los resultados para otros gases que no son de efecto invernadero, tales como los óxidos de azufre y de nitrógeno.

Potencial de Calentamiento Global de las Emisiones de Freedonia Escenario de Referencia (todos los gases de efecto invernadero)



Nota: Año Base = 6,1; 2030 = 33,9 millones de toneladas equivalentes en CO2.

1.6. Un Segundo Escenario: Gestión del Sector de Demanda

En este paso se creará un segundo escenario para explorar el potencial de conservación de electricidad en Freedonia. Para este fin, usar la opción **Gestionar Escenarios**, ([5](#)), y la pantalla que se abre para agregar un escenario nuevo. Agregar el escenario debajo del escenario de Referencia de manera que herede por omisión todas las hipótesis y fórmulas de modelización de dicho escenario.

Nombrar el nuevo escenario “Gestión del Sector de Demanda”, abreviarlo como “DSM”, y agregar las siguientes notas: “Iluminación eficiente, reducciones de pérdidas de transmisión y distribución, y mejoras en el factor de carga del sistema eléctrico.”

Salir del gestor de escenario y seleccionar el escenario “Gestión del Sector de Demanda” en la pantalla principal, y luego editar los datos para el escenario de manera que reflejen los puntos siguientes:

***Sugerencia:** Recordar que es necesario estar en la **Vista de Análisis** para cambiar escenarios. Usar la barra de vistas para seleccionarla si se está en otra vista.*

El escenario DSM consiste en cuatro medidas:

1. **Refrigeración:** Se espera que los nuevos parámetros de eficiencia propuestos para heladeras reduzcan la intensidad energética promedio para refrigeración en un 5% en el año 2010, en comparación con los valores del año base, y en un 20% en el 2030.

Sugerencia: Se puede ingresar esta información de varias maneras:

- Usar el Asistente de Series de Tiempo, seleccionar interpolación e ingresar los valores para intensidad energética de heladeras en los próximos años (calcular los valores fuera del programa), o
- Ingresar una fórmula que calcule los valores, como por ejemplo $Interp(2010, BaseYearValue * 0,95, 2030, BaseYearValue * 0,8)$.

2. **Iluminación:** Se espera que una serie de medidas que incluyen nuevos parámetros de iluminación, y programas de gestión del sector de demanda de la empresa generadora reduzcan la intensidad energética de la iluminación eléctrica en los hogares urbanos en un 1% por año (-1%/año), y también el crecimiento previsto de la intensidad de la iluminación eléctrica en áreas rurales del 1% (escenario de Referencia) al 0,3% anual (+0,3%/año).

3. **Transmisión y distribución:** Con la aplicación del programa DSM planeado, se espera que las pérdidas de transmisión y distribución de electricidad se reduzcan al 12% hacia el 2015 y al 9% hacia el 2030.

4. **Mejoras del Factor de Carga del Sistema Eléctrico:** Se espera que varias medidas del programa DSM tendientes a nivelar cargas produzcan mejoras graduales en el factor de carga del sistema, de manera que aumente a alrededor del 64% en el 2030. El cuadro de la derecha muestra la curva de carga acumulativa anual del sistema que se espera para el 2030.

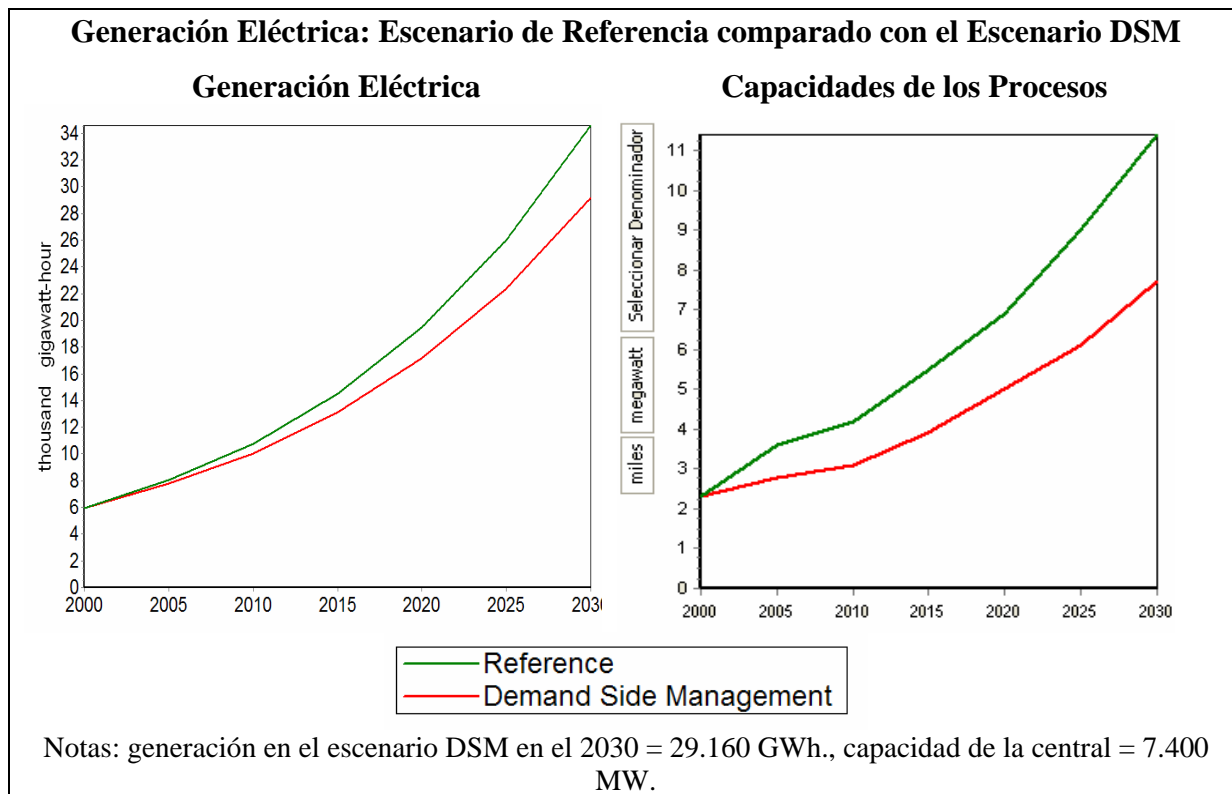
Curva de Carga del Sistema en 2030: Escenario DMS.

<u>Horas</u>	<u>% de Carga Máxima</u>
0	100
1000	98
2000	95
3000	75
4000	60
5000	50
6000	45
7000	40
8000	35
8760	30

Sugerencia: Ingresar estos valores como una función Interp: NO como simples números.

1.6.1. Resultados del Escenario DSM

Hacer clic en la **Vista de Resultados** para ver los resultados del escenario DSM. Comparar los resultados obtenidos con los que se muestran a continuación.



Responder ahora las siguientes preguntas:

1. *¿En qué porcentaje se reduce la demanda de electricidad en el año 2030 con respecto al escenario de Referencia? ¿Cuál es la reducción de la demanda de alumbrado eléctrico y de la demanda de refrigeración?*
2. *¿Cuánta menos generación eléctrica (GWh.) y capacidad de generación (Mw.) se requieren en el año 2030, con respecto al escenario de Referencia?*
3. *¿Cuántas toneladas de emisión de dióxido de azufre (SO₂) se evitan en el año 2030?*
4. *¿Cuál es el factor de carga del sistema eléctrico en el caso de Referencia?*
5. *¿Cuán sensibles son los cambios en la capacidad de generación y las emisiones de SO₂ requeridas (preguntas 2 y 3) a los cambios en el factor de carga del sistema eléctrico?*

Ejercicio 2: Demanda

El Ejercicio 2 desarrolla en mayor detalle el análisis de demanda iniciado en el Ejercicio 1, cubriendo otros tres sectores: industria, transporte y edificios comerciales. Usar la información de la sección 2 para completar la estructura del árbol, la información del Año Base y el análisis del escenario de Referencia para estos sectores.

2.1. Industria

2.1.1. Año Base

Existen dos industrias principales en Freedonia que son intensivas en energía: la Siderúrgica, y la de Celulosa y Papel. Todas las demás industrias se pueden agrupar en una categoría única. La tabla de la derecha* muestra la producción de cada sub-sector. Los análisis de energía industrial se hacen generalmente en términos económicos (por ej. valor agregado) o físicos (por ej., toneladas). La elección depende normalmente de la disponibilidad de datos y de la diversidad de productos dentro de un sub-sector. En este ejercicio se usan ambos métodos.

Producción Industrial (2000)

Siderúrgica	600.000 toneladas
Celulosa y Papel	400.000 toneladas
Otras Industrias	1.800 millones de US\$

***Sugerencia:** Cuando se agrega la rama para “Industria”, se debe fijar la unidad de nivel de actividad en “No hay datos”, ya que para este sector se estarán especificando diferentes unidades de nivel de actividad para cada sub-sector.*

El uso energético en las industrias Siderúrgica y de Celulosa & Papel se puede dividir en dos usos finales: calor de proceso y fuerza motriz.

Siderúrgica


- Actualmente, los requerimientos de calor de proceso son en promedio 24,0 GJ por tonelada, y son producidos por calderas que usan carbón bituminoso.
- Cada tonelada de acero requiere un promedio de 2,5 GJ de electricidad.

Celulosa y Papel

- Calderas a leña satisfacen el total de los requerimientos de calor de proceso, que alcanzan los 40,0 GJ por tonelada de productos.
- Cada tonelada de celulosa y papel requiere 3 MWh. de uso de electricidad.

Otras Industrias

- Las demás industrias de Freedonia consumieron 36 millones de GJ de energía en el año 2000.
- El 40% de esta energía fue electricidad, y el resto fue fuel oil residual.

***Sugerencia:** Cuando se agrega la rama para “Otras industrias”, se debe establecer que el tipo de rama sea de “Consumo final”, representada con el ícono . Esto indica que se desea ingresar una intensidad energética*

* La cifra “1.800 millones de \$US” es la traducción al español de la cifra en inglés “1,8 billion US\$”. (N. del T.)

agregada a esta rama. Luego se pueden agregar dos ramas más para electricidad y fuel oil debajo de aquella. Estas ramas de los niveles inferiores sólo contendrán participaciones de fuentes, no intensidades energéticas. Se debe tener en cuenta además que será necesario también calcular la intensidad energética en GJ/Dólares estadounidenses usando el valor total agregado para los “Otros” sub-sectores (ver más arriba).

2.1.2. Escenario de Referencia

Siderúrgica

- No se espera que cambie la producción total: todas las plantas están operando a su capacidad máxima y no se planean nuevas plantas dentro del período del análisis.
- Se espera que el gas natural cubra los requerimientos de calor de proceso en un 10% hacia el año 2030.
- Las calderas de gas natural son un 10% más eficientes que las calderas de carbón.

Sugerencia: Será necesario volver a Año Base para agregar una nueva rama para Gas Natural. Se puede usar la siguiente fórmula sencilla para calcular la intensidad energética del gas natural como una función de la intensidad energética del carbón:

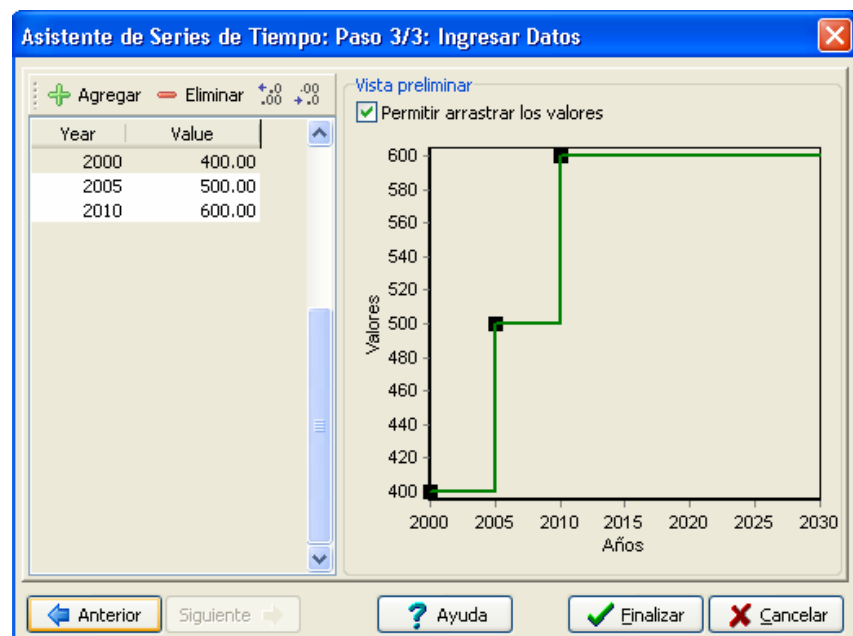
$$\text{Coal} * 90\%$$

Sugerencia: Recordar usar las funciones “Interp” (Interpolar) y “Remainder” (Resto) para ayudar en el cálculo de la participación de las calderas.

Celulosa y Papel

- Se espera que se construyan dos plantas de papel más, una en el 2005 y otra en el 2010. Cada una agregará 100 mil toneladas por año al total producido por esta industria.

Sugerencia: Usar la Función Escalón en el Asistente de Series de Tiempo para especificar cambios discretos en niveles de actividad u otras variables (ver la figura de la derecha).



Otras Industrias

- Se estima que la producción de las otras industrias crecerá a un ritmo de 3,5% anual.
- Se espera que aumente la participación de la electricidad al 55% hacia el año 2030.

2.1.3. Visualización de los Resultados

Ahora se deben revisar los resultados obtenidos y compararlos con la hoja de respuestas que se muestra a continuación.

Demanda de Energía Industrial en Freedonia: Referencia (Millones de Gigajoules)

Fuentes	2000	2030	Sub-sectores	2000	2030
Carbón(bituminoso)	14.4	13.0	Siderurgia	15.9	15.8
Electricidad	20.2	63.6	Otro	36.0	101.0
Gas Natural	-	1.3	Celulosa y Papel	20.3	30.5
Fuel Oil Residual	21.6	45.5			
Leña	16.0	24.0			
Industria	72.2	147.3	Industria	72.2	147.3

2.2. Transporte

2.2.1. Año Base

Transporte de Pasajeros

- La totalidad del transporte de pasajeros de Freedonia se realiza por carreteras (autos y colectivos) o por ferrocarril. (Para los fines de este ejercicio se ignora el transporte por aire y agua).
- En el año 2000, se estimaba que el total recorrido por automóvil era de alrededor de 8.000 millones de kilómetros, y el de colectivos, alrededor de 1.000 millones de kilómetros.
- Los estudios estiman además que los autos tienen un número promedio de ocupantes (pesado por distancia) de 2,5 personas (factor de carga), mientras que este porcentaje para los colectivos es de 40 pasajeros.
- Los estudios han demostrado que los autos actualmente en existencia tienen un consumo específico de alrededor de 12 km/litro (aproximadamente 28 m.p.g.). El de los colectivos, en cambio, es de 3 km/litro.
- El ferrocarril nacional informa que en el año 2000, se transportaron 15.000 millones de pasajeros-km.

Cálculo de Pasajeros-Km		
A	Uso de autos (miles de millones veh-km)	
B	Factor de Carga (pas-km/veh-km)	2,5
C=A*B Total de Pas. de automóvil-km		
D	Uso de colectivos (mil/millones veh-km.)	
E	Factor de carga (pas-km/veh-km)	40,0
F=D*E Total de Pas. De Colectivo-km		
G=F+C Pasajeros por Carretera-km		
H Pasajeros por ferrocarril-km		
I=G+H Total de Pasajeros-km		
Cálculo de Intensidades Energéticas		
J	Consumo específico Autom. (veh-km/l)	12,0
K	Factor de Carga (pass-km/veh-km)	2,5
L=1/(J*K) Intensidad Energética (litros/pas-km)		
M	Consumo Espec. Colectivos (veh-km/l)	3,0
N	Factor de Carga Colect (pas-km/veh-km)	40,0
O=1/(M*N) Intensidad Energética (litros/pas-km)		

Sugerencia: Se puede ingresar la población total como el nivel de actividad en el nivel del sector (ver la Sección 1.3.2 para datos de población).

Sugerencia: Usar la información de los párrafos precedentes para calcular el número total de pasajeros - km., el porcentaje para cada modo, y la intensidad energética promedio (por pasajero-km). Usar la hoja de cálculos de arriba como ayuda.

- El 20% del transporte por ferrocarril es por medio de trenes eléctricos; el resto es de trenes diesel. La intensidad energética de los trenes eléctricos es de 0,1 Kwh. por pasajero-km. La intensidad energética de los trenes diesel es el 25% más alta que la de los trenes eléctricos.

Transporte de Carga

- Se transporta un promedio de 250 toneladas-km de carga per cápita.
- El 85% del transporte de carga es por carretera; el resto, por ferrocarril.
- El transporte por carretera usa un promedio de 4 MJ de gas oil por tonelada-km.
- Los trenes de carga diesel tienen una intensidad energética de 3 MJ/tonelada-km.

Cancelación de Unidades en LEAP

Cuando se especifican actividades de transporte de cargas, se debe tener en cuenta que LEAP cancela automáticamente las unidades del numerador y denominador de los datos a medida que se desciende a través de las ramas del árbol.

En este ejemplo, se debe comenzar por especificar la población en el nivel de sector, en el nivel siguiente se especifica luego toneladas-km/persona. En otras palabras, LEAP cancela las unidades.

$$\frac{\{Personas\}}{\{persona\}} \times \frac{\{toneladas-km\}}{\{persona\}}$$

2.2.2. Escenario de Referencia

Transporte de Pasajeros

- Se espera que la cantidad de pasajeros en viaje (pasajero-km/persona) aumente a un ritmo levemente superior que los niveles de ingreso promedio (la elasticidad de la demanda de viajes con respecto al ingreso es de 1,1).
- Al mismo tiempo, la población total está creciendo a un ritmo del 2,5% anual.
- Se estima que el ingreso promedio per cápita aumentará de su nivel actual de \$ 3000, a un ritmo de 3,5% por año hasta el 2030.
- Se estima que hacia el 2030 los automóviles representarán el 75% del tránsito de pasajeros por carretera.

Sugerencia: Crear una variable llamada “Ingreso” bajo la rama de **Variables Principales** en el Árbol; luego calcular las demandas futuras de transporte como una función de esta variable. Usar la siguiente fórmula para la demanda de transporte per cápita:

$$GrowthAs(Income, 1,1) \quad (CrecimientoComo(Ingreso, 1,1))$$

Transporte de Carga

- Se estima que la demanda per cápita de transporte de carga crecerá a un ritmo de 2% por año a lo largo del período de análisis.

- La eficiencia energética de todos los medios de transporte (tanto de pasajeros como de cargas) se estima que mejorará en un 0,5% por año hasta el 2030, con excepción del caso de los automóviles, cuya mejora se estima en un 1% por año.

2.2.3. Visualización de los Resultados

Ahora se debe cambiar a la **Vista de Resultados** y comparar los resultados obtenidos con las tablas que se presentan a continuación.

Demanda de Energía para Transporte en Freedonia: Referencia (Millones de Gigajoules)

Ramas	2000	2030	Fuentes	2000	2030
Carga	38.5	125.9	Diesel	56.5	182.6
Ferrocarril	4.5	14.7	Electricidad	1.1	6.1
Carretera	34.0	111.2	Nafta	22.1	240.1
Pasajeros	41.2	303.0			
Ferrocarril	6.5	36.4			
Diesel	5.4	30.3			
Eléctricos	1.1	6.1			
Carretera	34.7	266.6			
Colectivos/diesel	12.6	26.5			
Autos a nafta	22.1	240.1			
Total Transporte	79.7	428.8	Total Transp	79.7	428.8

Responder las siguientes preguntas:

1. *¿Dónde se encuentran las mejores oportunidades para reducir el consumo de derivados de petróleo en el sector de transporte en los próximos 30 años?*
2. *Enumerar tres medidas que podrían tomarse para lograr estas reducciones e indicar cómo podrían modelarse en un escenario de transporte.*

2.3. Comercio: Análisis de Energía Útil

Este ejercicio considera los usos de calefacción de ambientes en edificios comerciales, y sirve para introducir la aplicación de técnicas de análisis de energía útil. El análisis de energía útil es particularmente oportuno cuando múltiples combinaciones de fuentes y tecnologías pueden proporcionar un servicio en común en lo referente a calefacción, por ejemplo, y en situaciones en que se desea modelar independientemente las eficiencias de los artefactos, y los requerimientos generales del servicio de energía.

2.3.1. Año Base

- Los edificios comerciales de Freedonia ocupaban un total de 100 millones de metros cuadrados de espacio en el año 2000.
- El total de consumo energético para calefacción fue de 20 millones de GJ en el 2000.
- El fuel oil y la electricidad proporcionan cada uno en la actualidad la mitad del total de la energía usada en calefacción. Se espera introducir próximamente el gas natural.

***Sugerencia:** Para este ejercicio, se necesitará crear una rama de consumo final para calefacción de ambientes e indicar que se desean ingresar intensidades energéticas agregadas Y también realizar un análisis de energía útil. Usar la pantalla de propiedades de las ramas para fijar esto (ver la figura que sigue).*

Propiedades de la Rama

Nombre: Heating

Categoría

Consumo Final (intensidad energética agregada)

Análisis de energía útil

Intensidades energéticas finales en el Año Base

Tecnología

Fuente que Consume: Electricity

Co-producto: Non Energy

Metodología de Análisis:

Análisis de Actividad Análisis de las E Análisis de Transportación

Ayuda OK Cancelar

- Los calefactores eléctricos tienen una eficiencia de casi el 100%, mientras que la eficiencia de las calderas de fuel oil es de un promedio de 65%, y la de las calderas de gas natural, de 80%.

2.3.2. Escenario de Referencia

- El espacio ocupado por el sector comercial se estima que crecerá a un ritmo del 3% por año.
- Como consecuencia de mejoras en los parámetros de aislamiento de los edificios comerciales, se espera que la intensidad de la energía *útil* (es decir, la cantidad de calor proporcionado por metro cuadrado¹) disminuya en un 1% por año hasta el 2030.
- Se estima que hacia el 2030, las calderas de gas natural habrán logrado una penetración en el mercado (es decir una participación en el espacio) del 25%, mientras que la participación de las calderas de fuel oil en el mercado disminuirá a sólo un 10%. El resto de los requerimientos es cubierto por la calefacción eléctrica. (Se debe notar que estas participaciones de *actividades* son diferentes a las participaciones de *fuentes* que se ingresaron para el Año Base).
- Finalmente, se espera que los parámetros de eficiencia energética para calderas comerciales, que irán mejorando gradualmente, redunden en mejoras en la eficiencia promedio de las calderas de fuel oil y gas natural. Se estima que los sistemas de fuel oil alcanzarán una eficiencia del 75% hacia el 2030, y los sistemas de gas natural, una del 85% en el mismo período.

2.3.3. Visualización de Resultados

Luego de ingresar los datos especificados más arriba, cambiar a la **Vista de Resultados** y comparar los resultados obtenidos con la tabla que se presenta a continuación.

Calefacción de Ambientes Comerciales: Escenario de Referencia

Fuentes	2000	2030
Electricidad	10.0	19.3
Gas Natural	-	8.7
Fuel Oil Residual	10.0	3.9
Total Comercial	20.0	31.9

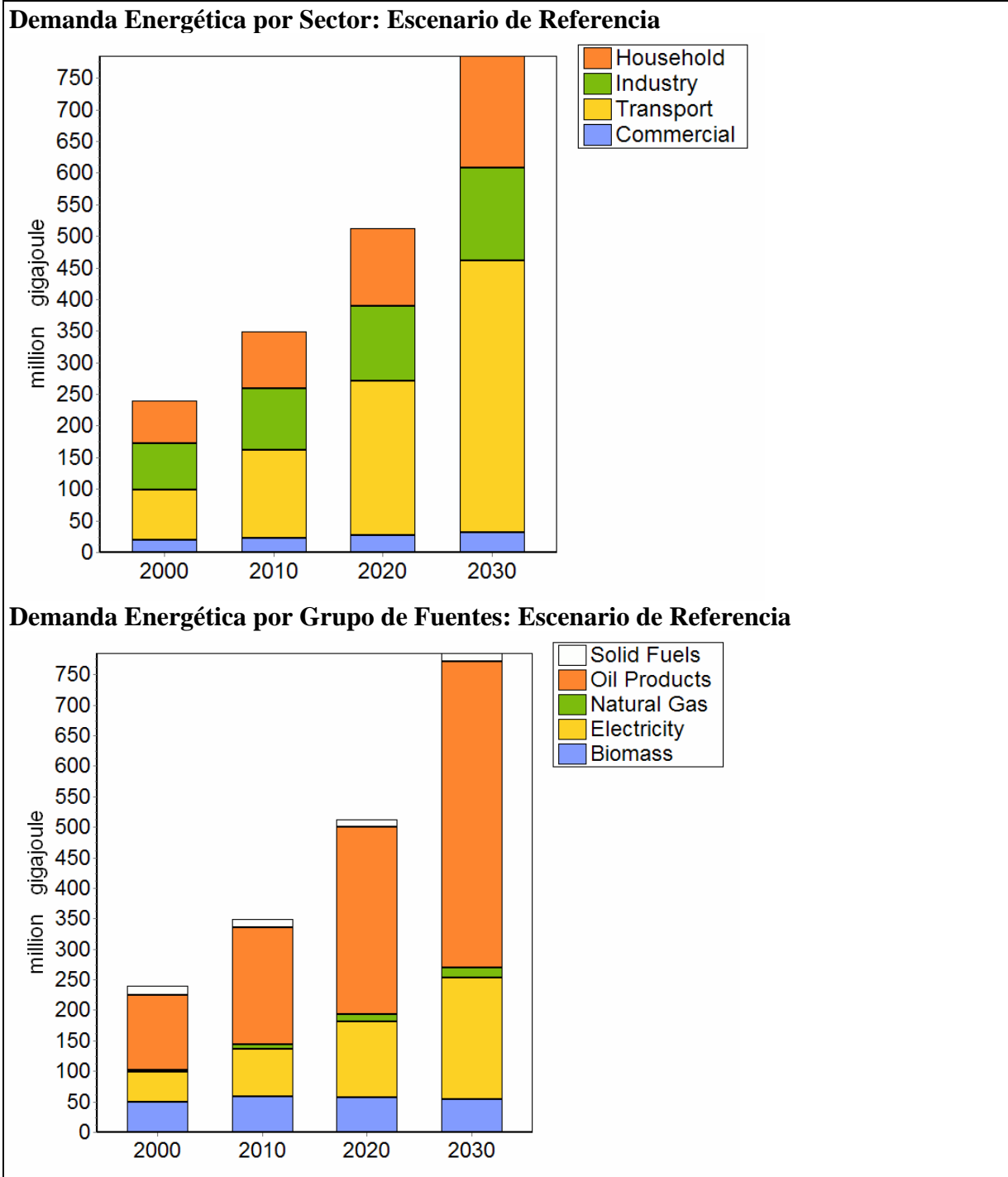
Responder las siguientes preguntas:

3. *¿En qué otras situaciones podría ser conveniente aplicar técnicas de análisis de energía útil?*
4. *¿Qué problemas podrían encontrarse al aplicar técnicas de análisis de energía útil en el propio país?*

¹ En comparación con intensidad energética *final*: la cantidad de una fuente usada por metro cuadrado.

2.4 Demandas Finales Totales

Antes de seguir con los ejercicios de Transformación, comparar los resultados de la demanda energética general obtenida con los gráficos siguientes.



Ejercicio 3: Transformación

En este tercer ejercicio, se desarrollará en mayor profundidad el conjunto simplificado de datos de Transformación que se construyó en el Ejercicio 1. Se agregarán nuevos módulos para examinar la producción de carbón vegetal, refinamiento de petróleo y minería de carbón.

3.1. Producción de Carbón Vegetal

El carbón vegetal no se importa ni exporta; se produce en su totalidad por conversión a partir de leña, para lo cual se usan actualmente los métodos tradicionales de parvas de tierra. Éstos tienen una eficiencia de conversión (respecto de la energía) de alrededor del 20%. En el futuro, se espera importar de Tailandia hornos de ladrillo más eficientes de tipo colmena, que tienen una eficiencia de conversión de alrededor del 47%. Se propone usarlos para cubrir el 5% de la demanda total de carbón vegetal hacia el 2010, y el 20% de la demanda total hacia el 2030.

Sugerencia: Se pueden vincular los datos de LEAP con la entrada “Hornos Colmena de Tailandia” en TED. Usar la función “Agregar desde TED” para vincular los datos sobre eficiencias y emisiones a la tecnología TED:

“Energy Conversion\Biomass Conversion\Charcoal Making\Thailand\Brick Beehive” (Conversión de Energía\Conversión de Biomasa\Producción de Carbón Vegetal\Tailandia\Colmena de Ladrillo)

3.2. Generación de Electricidad

Al agregar los sectores extra de demanda en el Ejercicio 2, la demanda de generación de electricidad se triplica a alrededor de 16.200 GWh. Por lo tanto, será necesario ahora especificar un sistema de generación eléctrica más amplio y realista que se ajuste a las demandas adicionales de energía. Para ello se deben cambiar los datos ingresados Año Base en el Ejercicio 1 para el módulo de Generación de Electricidad para que coincidan con los presentados a continuación:

Tipos de Centrales	Año 2000 Capacidad (Mw.)	Producción del Año Base (% de Gwh.)
Hidroeléctrica	1.000	34%
Carbón	2.500	44%
Turbina de Combustión de Petróleo	2.000	22%
Total	5.500	100% (16.200 Gwh.)

3.3. Refinamiento de Petróleo

Las refinerías de Freedonia procesaron aproximadamente 4,16 millones de toneladas de petróleo crudo en el año 2000, una cantidad inferior a su capacidad, que es de 6 millones de toneladas de crudo. ² La eficiencia de las refinerías (con respecto a la energía) era de alrededor del 95,0%. Actualmente no existen planes de aumentar la capacidad de refinamiento.

² Nota: Los datos de capacidad sólo pueden ingresarse en unidades básicas de energía (toneladas equivalentes de petróleo o toneladas equivalente de carbón por año). A los fines de este ejercicio, se debe suponer lo siguiente: 1 tonelada de carbón = 1 TEC, y 1 tonelada de petróleo crudo = 1 TEP.

Las refinerías usaron solo una fuente de entrada: el petróleo crudo, y produjeron cinco tipos de productos: nafta, kerosene/jet fuel, diesel, fuel oil residual y GLP. Las refinerías se pueden operar con la suficiente flexibilidad como para que la mezcla de productos de refinería se ajuste a la mezcla de requerimientos de esos productos.

Freedonia importa todos los productos del petróleo requeridos por la demanda que no puede producir en la refinería nacional.

3.4. Minería de Carbón

La totalidad del carbón que se extrae en Freedonia es bituminoso. En el año base, las minas de carbón del país produjeron 3,4 millones de toneladas de carbón (TEC), la capacidad de minería fue de 6 millones de toneladas de carbón (TEC), y la eficiencia de la minería de carbón (incluyendo las plantas de lavado de carbón) fue del 80%.

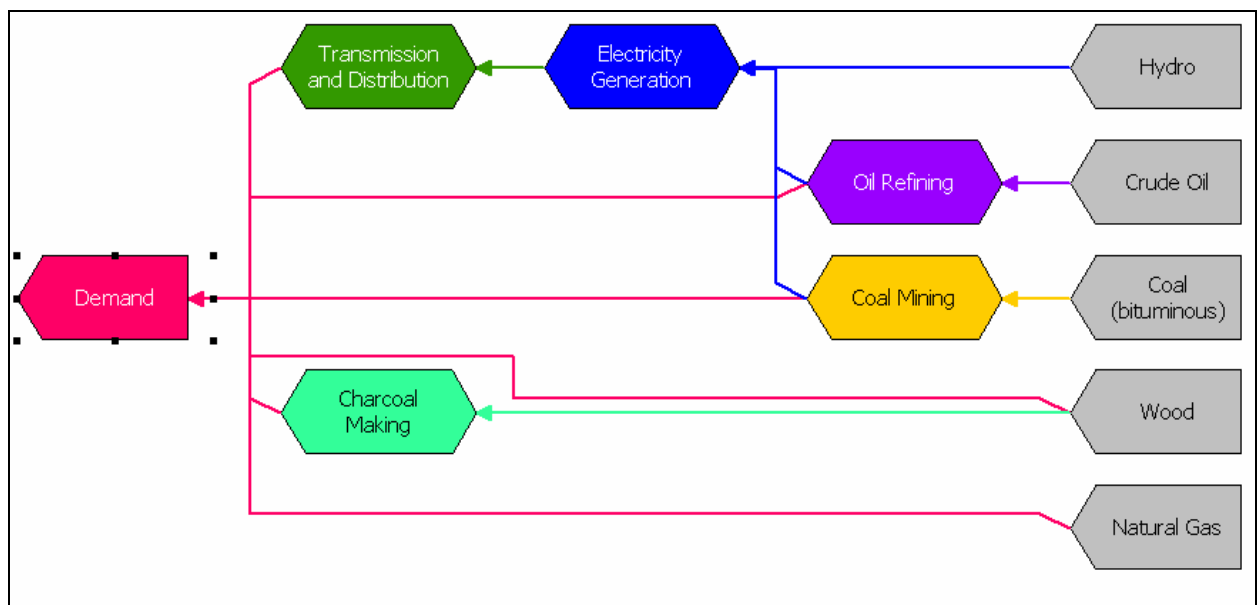
El escenario de Referencia asume que la capacidad de la minería de carbón aumentará de la siguiente manera: 10 millones de toneladas hacia el 2000, 14 millones de toneladas hacia el 2010, y 23 millones de toneladas hacia el 2030. Se supone que la capacidad de minería se expandirá en forma lineal en los años intermedios entre estos años. A pesar de este programa de expansión, se espera que en algún momento después del 2020 será necesario realizar importaciones adicionales de carbón para cubrir los requerimientos internos.

En el futuro, los requerimientos de carbón que no puedan cubrirse por medio de la producción de las minas de carbón nacionales, serán cubiertos por medio de importaciones.

3.4.1. Visualización de los Resultados

Antes de cambiar a resultados, revisar el diagrama del sistema energético y verificar que sea similar al que se presenta a continuación:

Diagrama del Sistema Energético



Ahora, cambiar a la **Vista de Balance Energético** y comparar los balances energéticos del año base y final obtenidos con las tablas siguientes:

Balance Energético en Freedonia en el año 2000 (GJ)

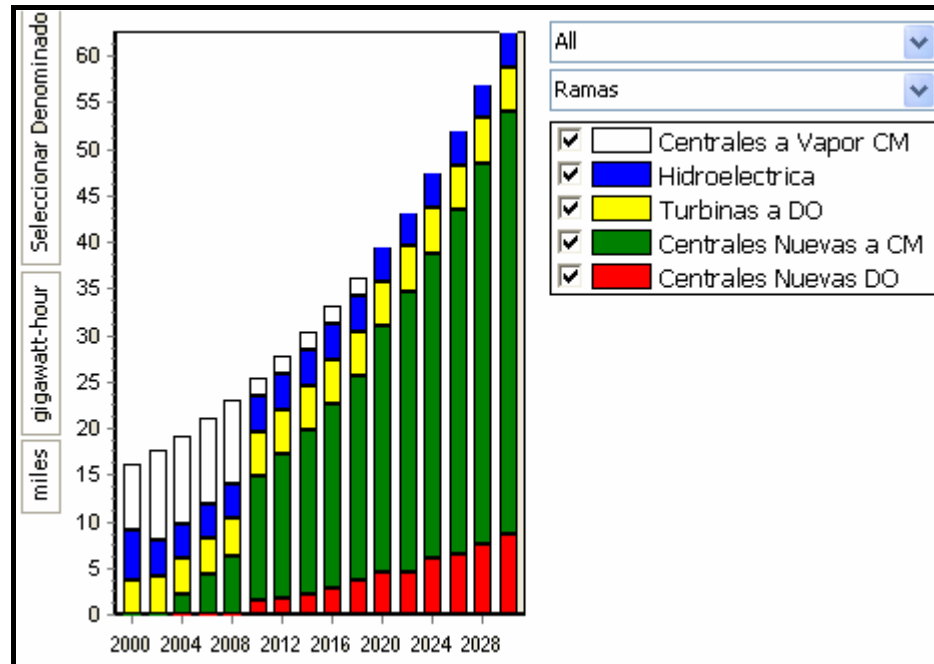
	Comb.sólidos	GasNatural	PetróleoCrudo	Hidroeléctrica	Biomasa	Electricidad	Prod.dePetróleo	Total
Producción	125	0	0	20	81	0	0	226
Importaciones	0	4	183	0	0	0	0	187
Exportaciones	0	0	0	0	0	0	0	0
Oferta Primaria Total	125	4	183	20	81	0	0	413
Minería de Carbón	-25	0	0	0	0	0	0	-25
Refinamiento de Petróleo	0	0	-183	0	0	0	174	-9
Producción de Carbón Veg.	0	0	0	0	-32	0	0	-32
Transmisión & Distribución	0	0	0	0	0	-9	0	-9
Generación de Electricidad	-86	0	0	-20	0	58	-51	-98
Transformación Total	-110	0	-183	-20	-32	50	123	-174
Residencial	0	3	0	0	33	18	13	68
Industria	14	0	0	0	16	20	22	72
Transporte	0	0	0	0	0	1	78	79
Comercial	0	0	0	0	0	10	10	20
Demanda Total	14	3	0	0	49	50	123	239
Demanda Insatisfecha	0	0	0	0	0	0	0	0

Balance Energético de Freedonia en el año 2030 (GJ)

	CombSólidos	GasNatural	PetCrudo	Hidroeléc/	Biomasa	Electricidad	Prod/Petróleo	Total
Producción	600	0	0	14	98	0	0	712
Importaciones	0	17	251	0	0	0	436	705
Exportaciones	0	0	0	0	0	0	0	0
Oferta Primaria Total	600	17	251	14	98	0	436	1,417
Minería de Carbón	-120	0	0	0	0	0	0	-120
Refinamiento de Petróleo	0	0	-251	0	0	0	239	-13
Prod/Carbón Vegetal	0	0	0	0	-44	0	0	-44
Generación/Electricidad	-467	0	0	-14	0	225	-173	-428
Transmisión&Distribución	0	0	0	0	0	-27	0	-27
Transformación Total	-587	0	-251	-14	-44	198	66	-632
Residencial	0	7	0	0	30	110	30	177
Industria	13	1	0	0	24	64	45	147
Transporte	0	0	0	0	0	6	423	429
Comercial	0	9	0	0	0	19	4	32
Demanda Total	13	17	0	0	54	198	502	785
Demanda Insatisfecha	0	0	0	0	0	0	0	0

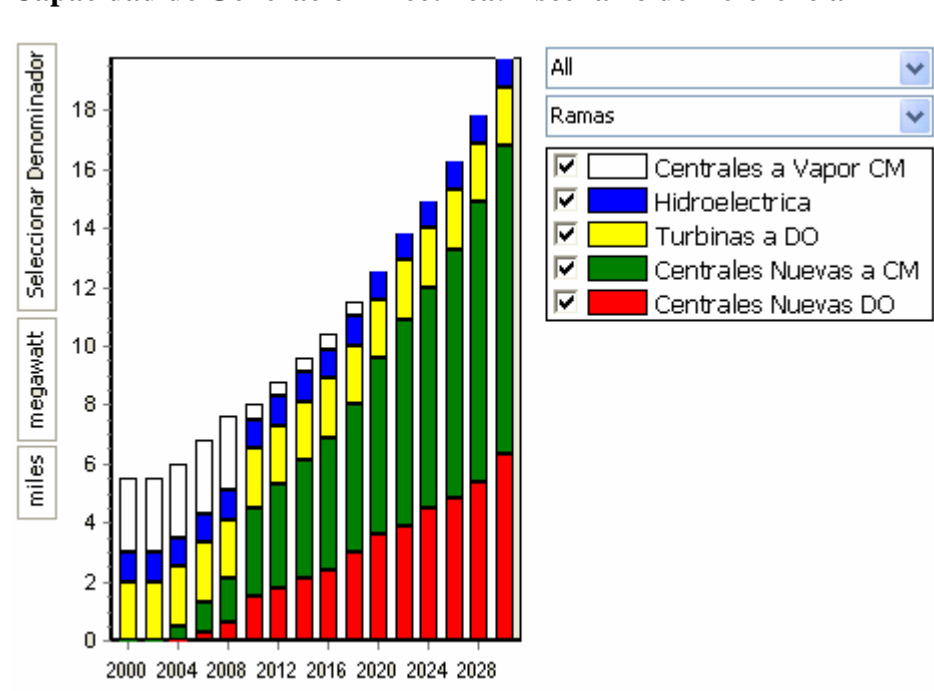
Ahora, cambiar a la **Vista de Resultados** y comparar los resultados obtenidos con los gráficos que se presentan a continuación.

Generación Eléctrica: Escenario de Referencia



Notas: año base = 16. 200 GWh, 2030 = 62.640 GWh

Capacidad de Generación Eléctrica: Escenario de Referencia



Responder las siguientes preguntas:

- 1. ¿En qué año las refinerías de petróleo y las minas de carbón de Freedonia alcanzan su capacidad máxima?*
- 2. Si se asume que los requerimientos adicionales se cubren por medio de importaciones, ¿cuál es la proyección del nivel total de importaciones de productos de petróleo en el 2030 (en millones de toneladas equivalentes en petróleo)?*
- 3. ¿Cuál es el total de emisiones de dióxido de carbono del sector energético per cápita en Freedonia en los años 2000, 2010 y 2030? ¿Qué fracción de este total corresponde al sector eléctrico?*

Ejercicio 4: Escenarios Alternativos y Medidas de Política Energética

En este último ejercicio se trabajará en grupos. A cada grupo se le asignará la construcción, presentación y defensa de un escenario de políticas diferente, para lo cual asumirá el rol de una institución diferente, y las distintas instituciones tendrán diferentes puntos de vista respecto de lo que consideran un escenario de políticas “deseable”. A continuación se sugieren algunos “grupos de escenarios”, pero éstos pueden adaptarse al contexto institucional local.

- **Grupo 1: Cámara de Comercio de Freedonia.** Este grupo representa a los principales intereses industriales y comerciales. Cree que la oferta energética será insuficiente para cubrir el ritmo de crecimiento del 6% anual de Freedonia que se tiene como objetivo. Espera que Freedonia sea un importante productor de acero, triplicando la producción en los próximos 20 años de manera de sostener un fuerte sector manufacturero. Las otras industrias deberían crecer a un ritmo del 6% anual. Espera también que el gobierno invierta en infraestructura de manera que el tonelaje de transporte de carga también pueda crecer a un ritmo del 6% anual. Será necesario mostrar el total de los requerimientos financieros para este escenario (¿Cuánto capital adicional será necesario?), y explicar cómo se financiará.
- **Grupo 2: FreedoniaNET.** Este es un consorcio de organizaciones no gubernamentales con intereses ambientales y sociales. Sus objetivos son el desarrollo económico y social rural, y la minimización de la contaminación del aire, que se está convirtiendo en un problema serio en las cercanías de las centrales de carbón en áreas rurales, y en las ciudades principales debido al transporte. También le preocupan a este grupo los impactos del cambio climático global, y demanda políticas pro-activas para desarrollar los mercados de tecnologías con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, pero no quiere invertir en la reducción de gases de efecto invernadero a expensas de otros objetivos.
- **Grupo 3: MdE de Freedonia.** Este grupo es el Ministerio de Energía de Freedonia. Su tarea es desarrollar una Estrategia Energética Nacional para promover los objetivos económicos y sociales de Freedonia. También será necesario considerar los intereses de varios grupos dentro del país. Está preocupado por el programa de importación de petróleo y las consecuencias del escenario de Referencia, así como de las de políticas de alto crecimiento como las impulsadas por la Cámara de Comercio. El Ministerio podría querer examinar las consecuencias de los precios del petróleo crudo más altos de lo esperado en el corto plazo. También está interesado en desarrollar un mercado activo de créditos para iniciativas de reducción de gases de efecto invernadero, acogidos a los beneficios de instrumentos internacionales tales como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) y el Crédito Global Ambiental (GEF), que en el futuro cercano podrían estar disponibles para financiar proyectos que puedan demostrar reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Grupo 4: Banco de Desarrollo Global.** Este grupo es representante del banco de desarrollo global. Su tarea es promover reformas fiscales y regulatorias en el sector eléctrico, y le interesa estudiar cómo sería el sistema energético si los subsidios a los precios de combustible se redujeran y la generación eléctrica y los sectores de refinamiento de petróleo, que están en manos del estado, fueran desregulados y privatizados. El grupo supone que estas reformas podrían conducir a un significativo estímulo para el crecimiento económico de

Freedonia, pero también podrían conducir a aumentar la brecha de ingresos entre ricos y pobres. Se propone en particular identificar las configuraciones menos costosas del sistema energético como una forma de identificar algunos de los beneficios (y costos) de la desregulación.

4.1. Instrucciones

Este ejercicio tiene dos etapas principales: 1) trabajar en grupos para desarrollar los escenarios, y 2) presentar las estrategias desarrolladas al resto de los grupos, y luego debatirlas.

4.1.1. Etapa 1: Desarrollo de la Estrategia/Escenario

En grupos, usar LEAP para construir los escenarios correspondientes. En esta etapa, se sugiere utilizar no más de una hora para a) definir la estrategia general del grupo; b) crear una lista de posibles “cambios” al caso de referencia (por ejemplo, desde alterar el ritmo de crecimiento para el valor agregado industrial, hasta agregar un programa de eficiencia o desarrollar recursos de energía renovable.) Luego de acordar esta lista, pensar:

1. ¿En qué año comenzarán estos cambios?
2. ¿A qué ramas/sectores de LEAP afectarán estos cambios/políticas? ¿Será necesario alterar la estructura de datos de Freedonia y/o agregar nuevas ramas?
3. Si se involucran nuevas tecnologías, ¿cómo se las representará en el conjunto de datos de LEAP?
4. ¿Cuáles son las presunciones básicas del grupo respecto de:
 - Ritmos de cambio, por ejemplo, niveles de actividad, intensidades energéticas, ritmo de penetración de nuevas tecnologías.
 - Costo de recursos y tecnologías?
5. ¿La puesta en práctica de las medidas implicará costos significativos (administrativos o de transacción)? Si fuera así, ¿cómo podrían representarse en LEAP?

Como ayuda para la construcción de los escenarios, en la sección 4.2 se sugieren una serie de medidas que los grupos podrían considerar.

Usar el resto del tiempo para desarrollar el análisis cuantitativo del escenario correspondiente usando LEAP. Una vez que se ha logrado una representación razonablemente buena del escenario (que idealmente debería incluir análisis de costo), desarrollar una serie de informes “favoritos” y usar Vistas Generales para presentarlos al resto del grupo.

Sugerencia: Crear un “escenario” separado para cada medida/cambio que se cree. Luego estos se pueden combinar de diferentes maneras usando la herramienta Gestionar Escenario, de manera de encontrar el “mejor” escenario.

4.1.2. Etapa 2: Presentación

Cada grupo presentará sus trabajos en no más de 20 minutos, explicando los elementos y razones de la estrategia energética propuesta, y usando un proyector de pantalla de computadora si fuera posible, para presentar los resultados cuantitativos. Luego de las presentaciones puede haber 5-10 minutos de preguntas.

4.2. Datos para Medidas de Escenario

Para ayudar en la construcción de escenarios, se proponen datos para la siguiente serie de medidas que los grupos podrían tener en cuenta:

Opciones de Demanda:

- Alumbrado Eficiente para Hogares
- Parámetros de Eficiencia de Heladeras
- Programa de electrificación fotovoltaico
- Electrificación Rural por Red Acelerada
- Programa de Cocina de Kerosene
- Programa de Biogás
- Cambio de la Modalidad de Transporte
- Programa de Colectivos de Gas Natural

Opciones de Oferta

- Desarrollo de Gasoductos de Gas Natural
- Desarrollo de Recursos Eólicos

Se puede crear cualquier combinación que se desee de estas opciones. Para asegurar la comparabilidad con los otros grupos y con los resultados estándar, se recomienda modelar estas opciones usando las hipótesis principales esbozadas a continuación. Si se desea cambiar un parámetro clave para las opciones detalladas a continuación (por ejemplo, precio de la fuente, ritmo de penetración de la tecnología, etc.), se recomienda crear sensibilidades (escenarios alternativos) luego de desarrollar la opción original. Se pueden introducir además otras medidas pensadas por los grupos.

Si se desea realizar un análisis económico (de costo-beneficio) de estas medidas, se debe comenzar por establecer algunos parámetros generales de costo:

- 1) Debajo de **General/Parámetros Básicos**, fijar el límite para el análisis de costo-beneficio en el módulo Electricidad (debajo de Metodología de Costeo). Como resultado, se ingresan los costos de los productos de petróleo refinado en lugar de petróleo crudo. Seleccionar además la inclusión de costos de las externalidades ambientales.
- 2) En la sección Recursos del árbol, ingresar las siguientes trayectorias de precios:

Recursos Primarios:

- Carbón - \$ 20/t en 2000, aumentando a \$ 30/t en 2030
- Gas natural importado - \$ 0,1/m³ en 2000, aumentando a \$ 0,2/m³ en 2030.

Recursos Secundarios

- Diesel - \$250/t en 2000, aumentando a \$ 300/t en 2030.
- Nafta, GLP, kerosén - \$ 300/t en 2000, aumentando a \$ 400/t en 2030.
- Fuel Oil residual - \$ 200/t en 2000, aumentando a \$ 250/t en 2030
- El precio de la electricidad no se fija aquí, ya que se están modelando los costos de electricidad sobre la base de los costos de la fuente de entrada y de las centrales.

Costo de centrales eléctricas existentes y futuras:

	Capital (\$/Kw.)	O&M Fijo (\$/Kw.-año)	O&M Variable (\$/Mwh.)
Centrales Existentes			
Carbón		\$40	\$3
Petróleo		\$30	\$0.5
Hidroeléctricas		---	\$1
Turbinas de Combustión		\$10	\$0.1
Centrales Nuevas			
Carbón	\$1000	\$40	\$3
Turbinas de Combustión	\$400	\$10	\$0.1
Ciclo Combinado	Ver más abajo		
Biomasa	\$1500	\$80	\$0.1
Eólicas	\$800	\$25	--

- 3) Se puede desarrollar cada una de las medidas que siguen como escenarios de políticas diferentes, y luego combinarlas. Para ello, agregar un escenario nuevo debajo del escenario de Referencia llamado “Medidas individuales”. Aquí se “almacenarán” las medidas. Por el momento, es conveniente no habilitar la casilla “mostrar resultados”, en Gestionar Escenarios para estas medidas individuales; esto permitirá mayor velocidad en los cálculos.
- 4) Después de haber creado varias medidas, crear un **escenario de políticas combinadas**. Para ello, agregar otro escenario debajo del escenario de Referencia, y usar la casilla **herencia** a la derecha de la pantalla para elegir las medidas que “heredará” el escenario combinado que se cree.
- 5) Luego de completar este paso, ver los resultados para evaluar los impactos.

OPCIONES DEL SECTOR DE DEMANDA

Medida	Notas	Sugerencias de LEAP
Alumbrado Eficiente para Hogares:	<ul style="list-style-type: none"> • Un programa para instalar sistemas de alumbrado eficiente podría reducir la electricidad consumida en un 40% por hogar urbano, usando luces fluorescentes compactas (CFL) y otras tecnologías. • Suponer que el programa comienza en 2002 y puede alcanzar al 40% de los hogares hacia el 2007, y el 50% hacia el 2010. Suponer que los costos son equivalentes al costo agregado de una CFL de 15 W (\$ 10 US, 5 años de vida útil) comparado con una lamparita incandescente (\$1, 1 año de vida útil). • Cada CFL funciona durante alrededor de 1000 horas, usando 15 Kwh. por año, lo que representa un ahorro de 45 Kwh. respecto de la lamparita común. • Suponer que el costo administrativo del programa agrega \$2 al costo de la CFL. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Comenzar creando un nuevo escenario para “programa de alumbrado de hogares” (debajo del escenario de políticas). <input type="checkbox"/> Intentar ingresar una segunda rama de tecnología de alumbrado. Establecer su <i>intensidad energética</i> en 60% de la estándar. Usar el editor de fórmulas, elegir la solapa de la rama de LEAP, agregar “*.6” para completar la ecuación. <input type="checkbox"/> Representar el ritmo de penetración del programa en el <i>nivel de actividad</i>. <input type="checkbox"/> Usar la facilidad <i>costo de energía ahorrada (detallado)</i> para ingresar <i>costos de demanda</i> (para la rama del programa).
Parámetros de Eficiencia de Heladeras	<ul style="list-style-type: none"> • Un programa de eficiencia estándar requeriría que los fabricantes produjeran heladeras con una eficiencia promedio de 380 Kwh. por año, comenzando en el año 2004. • Suponer que, con un promedio de 10 años de vida útil, todas las heladeras alcanzarán el nuevo nivel de eficiencia promedio hacia el 2014. • El costo de mejorar la eficiencia de las heladeras a 380 Kwh. es de aproximadamente \$ 30 US. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Crear un nuevo escenario. <input type="checkbox"/> Agregar una nueva rama para heladeras eficientes e ingresar su <i>intensidad energética</i> y ritmo de penetración (<i>nivel de actividad</i>.) <input type="checkbox"/> Probar usando la facilidad <i>artefacto/costo de actividad</i> para ingresar <i>costos de demanda</i> (para la rama del programa).
Programa de electrificación fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> • Este programa proveería electrificación fotovoltaica al 50% de los hogares que no posee electrificación hacia el 2010, y al 80% hacia el 2015. • Los sistemas fotovoltaicos de 50W cuestan \$ 1000 hoy en día, y se espera que el precio se reduzca a \$500 hacia el 2020. Se espera que duren 20 años, con costos anuales fijos de O&M de \$30 por año. • Cada sistema provee luces de CC que consumen 70 Kwh. por año. Como consecuencia, el consumo de kerosén de los hogares es solamente de 15 litros por año. • Cada sistema también provee 30 Kwh. por año para el uso de televisores blanco y negro. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Crear un nuevo escenario. <input type="checkbox"/> Agregar nuevas ramas (probar creando un nuevo subsector rural para hogares electrificados con tecnología fotovoltaica, copiar los usos finales de cocina e iluminación del sector rural no electrificado, y modificar esas ramas). <input type="checkbox"/> Agregar una nueva fuente llamada “electricidad fotovoltaica no conectada a la red” (De manera que no se cuente como requerimientos de generación de electricidad de la red). <input type="checkbox"/> Considerar relacionar el nivel de actividad para electrificación fotovoltaica con la participación de no-electrificado, por ejemplo, $PVElectrified = (1 - RuralElectrified) * .5$ para el valor del 2010. (Esto permite que el número de instalaciones fotovoltaicas varíe con la cantidad de electrificación por red).
Electrificación Rural por Red Acelerada	<ul style="list-style-type: none"> • Este programa aumentaría las conexiones al 50% de los hogares rurales hacia el 2010, 90% hacia el 2020, y 99% hacia el 2030. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Suponer una vida útil de 50 años para la conexión.

	<ul style="list-style-type: none"> • El costo de una conexión (incluyendo las líneas requeridas de transmisión y distribución) promedia los \$ 3000 por hogar. 	
Programa de Cocinas de Kerosén	<ul style="list-style-type: none"> • Para mejorar la calidad del aire en el interior de los hogares y reducir la presión sobre los recursos de leña, este programa busca fomentar el uso de cocinas con mechas de kerosén en áreas rurales, con el fin de reemplazar el 50% del uso de leña como combustible hacia el 2010. • Suponer que las cocinas de kerosén cuestan \$15 y tienen 2 años de vida útil. • El consumo anual promedio de kerosén para cocinas es de 80 litros. • Vincular con los datos ambientales para cocinas de mecha de kerosén Indias. 	<input type="checkbox"/> Este programa tiene como objetivo todos los hogares rurales, electrificados o no. (Si la estructura de datos tiene el uso final de cocina debajo de cada uno, ingresar todos los datos para la rama antes de copiar la nueva rama kerosén y sus datos a otros subsectores. Es más fácil trabajar en Año Basse cuando se agregan ramas múltiples).
Programas de Biogás	<ul style="list-style-type: none"> • Un programa de biogás tiene como fin lograr que el 3% de todos los hogares rurales usen biogás como el principal combustible para cocinar hacia el 2010. • Suponer que los quemadores de biogás cuestan \$10 y duran 4 años. • El consumo anual promedio de biogás para cocinas es de 3 GJ. • Vincular con los datos ambientales para las cocinas de biogás Indias. • Los contenedores para producir biogás tienen una eficiencia del 20% para convertir desechos animales en biogás y tienen un costo de construcción de \$50, un costo de funcionamiento de \$5 anuales, y una vida útil de alrededor de 10 años. 	<input type="checkbox"/> Ver la nota sobre cocinas de kerosén más arriba. <input type="checkbox"/> Será necesario crear un nuevo módulo de Transformación para la producción de biogás. (Usar las hipótesis por omisión y asegurarse de fijar correctamente las fuentes de entrada y salida).
Cambio de la Modalidad de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • El mejoramiento del diseño urbano, carriles especiales para colectivos, etc., reducen la participación del transporte automovilístico privado. Como consecuencia, la participación del transporte automovilístico privado crece más lentamente, alcanzando sólo el 50% hacia el 2030. 	
Programa de Colectivos de Gas Natural	<ul style="list-style-type: none"> • Una política tendiente a reducir la contaminación del aire urbano tiene como objetivo la conversión de la flota de colectivos urbanos, a gas natural comprimido (GNC). Suponer que hacia el 2008, el 40% de todo el transporte en colectivo será con colectivos que usan GNC, lo que aumentará al 60% hacia el 2010. • Los colectivos de GNC cuestan una cantidad adicional de \$20.000 por colectivo. Suponer que el colectivo promedio transporta aproximadamente 2 millones de pasajeros por Km. por año. • Suponer que los colectivos de GNC tienen el mismo consumo específico que los colectivos de gasoil (314KJ/pas.-km) y tienen una vida útil de aproximadamente 10 años. 	<input type="checkbox"/> Para obtener datos sobre vehículos de GNC, se puede consultar la página de la International Association for NGVs (Asociación Internacional para Vehículos de GNC), que es sumamente detallada, http://www.iangv.org/

OPCIONES DE OFERTA


<p>Desarrollo de Recursos Eólicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de recursos eólicos podría contribuir 100 Mw. hacia el 2005 y 300 Mw. hacia el 2010. • Ver los costos en el gráfico de más arriba. • Suponer que su valor de capacidad (su contribución para cubrir las demandas pico) es igual a su factor de capacidad máxima de 30%. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ingresar valor de capacidad en la pantalla “Propiedades” (clic con el botón derecho del <i>mouse</i>) para energía eólica.
<p>Expansión de la Capacidad del Gas Natural</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un gasoducto de 10.000 millones de m³/año (8,17 millones TEP/año) estará en funcionamiento hacia el 2006 y proveerá gas natural importado para la nueva expansión del suministro de gas natural. Costará \$ 300 millones. • Suponer que en lugar de una mezcla de carbón y petróleo (como en el caso de referencia), todas las centrales nuevas desde el 2006 en adelante serán unidades de ciclo combinado de gas natural de 400 Mw. • Usar los datos de costo (capital y O&M) y eficiencia bajo TED para Gas Natural/Ciclo Combinado/AEO99/Ciclo Combinado de Gas Avanzado. (Ignorar la diferencia del año de referencia del valor de la moneda). • Suponer un 1% de pérdidas en el gasoducto. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Crear un nuevo módulo para el gasoducto de gas natural, y otro módulo para las pérdidas del gasoducto (y ubicarlas convenientemente en el árbol). <input type="checkbox"/> Crear una fuente nueva llamada “gas natural importado” de manera que se la pueda encontrar en forma separada (precios, cantidades, límites).

Ejercicio 5: Estudio de Transporte

En el presente ejercicio, se usarán las facilidades de análisis de transporte de LEAP para construir una serie de escenarios que examinan diferentes políticas aplicables a autos y vehículos utilitarios deportivos (SUVs). Los SUVs son vehículos grandes e intensivos en energía, cuya popularidad está causando un rápido aumento en el consumo de combustible y en la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente en los EE.UU.

En primer lugar se usará LEAP para construir un inventario de Año Base de uso de fuentes y emisiones seleccionadas de estos vehículos. Luego, se creará un “Escenario sin cambios”, que permite la proyección del uso de las fuentes y de las emisiones hacia el futuro asumiendo que no habrá nuevas políticas tendientes a reducirlos. Finalmente, se crearán y compararán una serie de escenarios que estudian medidas diseñadas para reducir el uso de fuentes y las emisiones.

Como con otros ejercicios, se comenzará creando un Área, y luego se establecerán los parámetros básicos del estudio.

Se debe seleccionar la opción **Área: Área Nueva**, o hacer clic en el botón  de la barra de herramientas principal. Se puede llamar a la nueva área “**Transportia**” (¡o con cualquier otro nombre que se desee!). Activar el botón de radio para crear el área con los datos por omisión, y luego hacer clic en OK.

5.1. Parámetros y Estructuras Básicas

Ir a **General: Parámetros Básicos**.

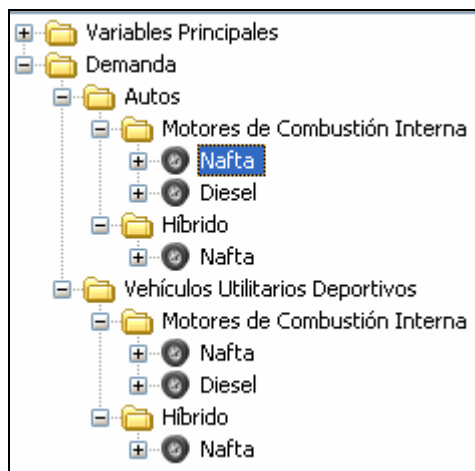
- En la solapa Alcance, asegurarse de que sólo estén activados los casilleros del Sector Energía y cargas ambientales de Gases que NO producen efecto invernadero. Este estudio no usará datos de Transformación y Recursos.
- En la solapa Años, ingresar 2000 como el año base y 2020 como el año final.
- Transportia usa unidades de medida estadounidenses en lugar de las unidades del Sistema Internacional (S.I.), de manera que será necesario fijar unidades por omisión diferentes para el estudio. En la solapa de Unidades, seleccionar **Galones Equivalentes en Gasolina** (*Gallons of Gasoline Equivalent*) como la unidad de energía por omisión, **Millas** (*Miles*) como la unidad de distancia por omisión, **Libras/Millones de BTU** (*Pounds/Million BTU*) como la unidad de emisiones por omisión expresadas en función de energía, y **Gramos/Millas-Vehículo** (*Grammes/Vehicle-Mile*) como la unidad de emisiones por omisión expresadas en función de distancia recorrida.
- En la solapa Existencias, asegurarse de que tanto el casillero de Datos de arriba hacia abajo como el de Guardar Existencias por Antigüedad estén activados.

Se está ahora en condiciones de ingresar la estructura del árbol. Primero, se deberán crear dos categorías principales, una para **Autos** y otra para **Vehículos Utilitarios Deportivos** (SUVs). Para agregarlas, hacer clic en el botón Agregar (+), arriba del árbol y crear cada una como una rama de categoría (📁).

Debajo de cada categoría, crear sub-categorías para vehículos con **Motor de Combustión Interna** (ICE) convencionales, y para el nuevo tipo de **Vehículos Eléctricos Híbridos**, que se describen en el cuadro de la derecha.

Debajo de cada categoría **Motores de Combustión Interna**, se considerarán dos tecnologías alternativas: **Nafta** y **Diesel**, de manera que se deben crear dos tecnologías. Al agregarlas, se deberá asegurar de crearlas como ramas de Tecnología de Transporte (🚗), y seleccionar la fuente correcta para cada una. Debajo de las categorías **Híbrido**, sólo se considerarán vehículos a nafta.

La estructura del árbol de carpetas debe verse más o menos así:



Vehículos Eléctricos Híbridos

Los vehículos híbridos combinan un pequeño motor de combustión interna con un motor eléctrico y batería para reducir el consumo de combustible y las emisiones del caño de escape. Estos vehículos capturan la energía que se pierde durante el frenado y la devuelven a la batería, por medio de un proceso llamado "frenada regenerativa".

A diferencia de otros vehículos eléctricos, los híbridos tienen la particular ventaja de que no necesitan estar "conectados" al suministro eléctrico. Los motores híbridos funcionan más eficazmente y producen menos contaminación que los motores de combustión interna comunes.

El precio de los híbridos debería ser competitivo cuando se incluyen los costos durante la vida del vehículo. Esto se debe a que cualquier sobrepeso se vería compensado por el ahorro de combustible.

Al combinar nafta con energía eléctrica, los híbridos tienen la misma autonomía, o incluso mayor, que los motores de combustión tradicionales. Para el conductor, ofrecen un rendimiento similar al de los vehículos convencionales con motores de combustión interna.



Toyota Prius: uno de los nuevos autos eléctricos híbridos.

5.2. Datos del Año Base

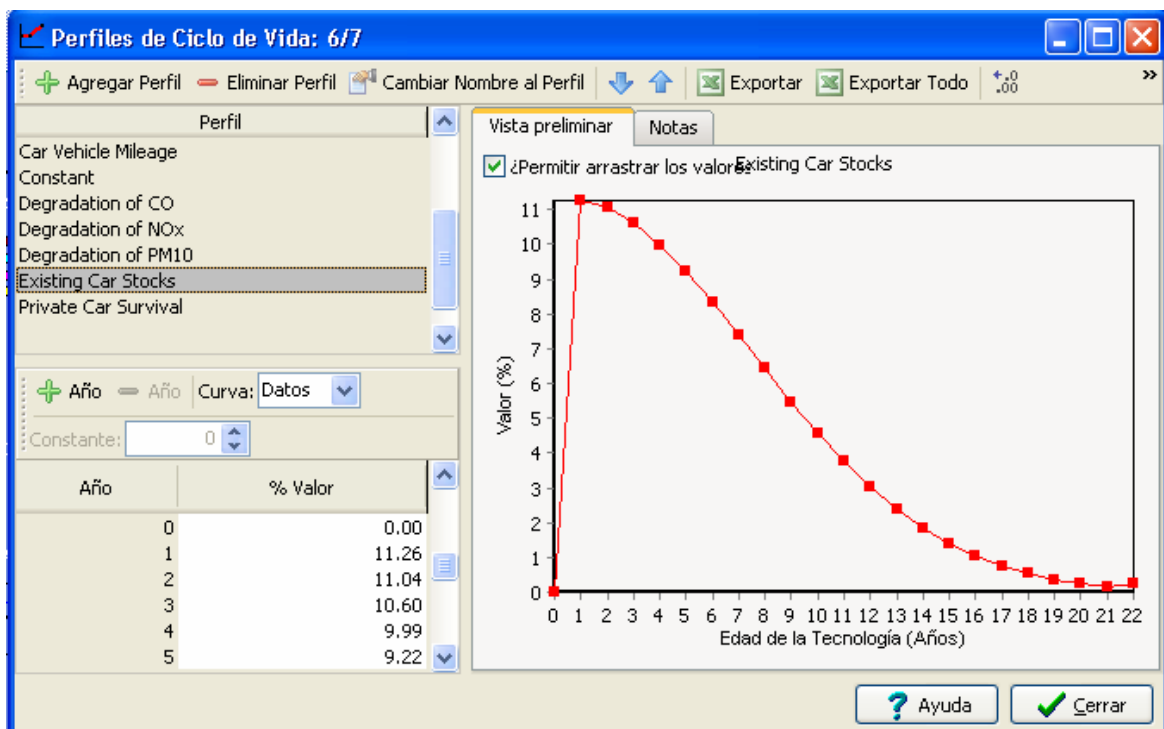
Ahora se está en condiciones de ingresar los datos del Año Base para el análisis que se presentan a continuación.

- Había 6 millones de autos y 4 millones de SUVs en las carreteras en el año base (2000), sin incluir los autos nuevos vendidos ese año.
- Las existencias de autos y SUVs comprenden vehículos de diferente antigüedad (modelos). El porcentaje de participación de estas antigüedades se señala en la tabla de la derecha.

Sugerencia: Crear un nuevo perfil de ciclo de vida llamado “Existencias de Automóviles” para representar la distribución de las antigüedades dentro del año base. La pantalla de Perfiles de Ciclo de Vida se encuentra en el menú **General**. Primero se debe agregar un perfil, y luego ingresar los datos del cuadro de la derecha. La figura que sigue muestra cómo se verá la información cuando se la ingrese en la pantalla de perfil de ciclo de vida. Luego se debe volver a la Vista de Análisis, ir a la solapa Existencias para cada rama de tecnología, y en la columna final de **Perfil de las Existencias por Antigüedad**, seleccionar el perfil **Existencias de Automóviles**.

Edad (Años)	% Existencias
0	0,00
1	11,26
2	11,04
3	10,60
4	9,99
5	9,22
6	8,34
7	7,40
8	6,43
9	5,48
10	4,58
11	3,75
12	3,01
13	2,37
14	1,82
15	1,38
16	1,02
17	0,74
18	0,53
19	0,37
20	0,25
21	0,17
22	0,27

Importante: Tener en cuenta que LEAP requiere que todos los **perfiles de las existencias por antigüedad** tengan cero vehículos de antigüedad cero. Esto se debe a que los datos que se ingresan para las existencias del año base no deben incluir los vehículos nuevos vendidos en el año base. Estos vehículos se especifican usando la variable de ventas.



- En el año base, se vendieron 0,8 millones de autos, y 0,5 millones de SUVs. A medida que la antigüedad de estos y otros vehículos aumenta, serán retirados gradualmente del parque vehicular (serán retirados de la circulación). Se puede representar un perfil de los automotores remanentes que describa este retiro de vehículos por medio de una función exponencial del tipo:

$$S_t = S_{t-1} \cdot e^{t \cdot -0.02}$$

Donde S es la fracción de vehículos que aún están en circulación, t es la edad del vehículo en años.

Sugerencia: Crear otro *perfil de ciclo de vida* llamado “*Supervivencia de Automóviles*” para representar el porcentaje de supervivencia de vehículos a medida que aumentan en antigüedad. Primero agregar un perfil, luego crear una curva exponencial con el parámetro constante -0.02 . Volver a la Vista de Análisis, ir a la solapa Ventas para cada rama de tecnología, y en la columna *Perfil de Supervivencia*, seleccionar el perfil *Supervivencia de Automóviles*.

- El 2% de las ventas, y el 2% de las existencias del año base de autos de motor de combustión interna y SUVs es de vehículos diesel. El resto es de vehículos a nafta.
- El 0,05% de las existencias de automóviles del año base es de vehículos híbridos. El 0,5 % de los autos vendidos en el año base fue de Híbridos.
- Se presume que todos los autos y SUVs nuevos recorren 15.000 millas en su primer año en las carreteras. A medida que la antigüedad del vehículo aumenta, disminuye la cantidad recorrida. Esta disminución se puede representar por medio de una función exponencial, similar a la de más arriba, y también con el parámetro constante $-0,002$.
- El consumo específico del año base de los diferentes tipos de vehículos se muestra en la tabla de la derecha. Se supone que el consumo específico se mantiene constante a medida que aumenta la antigüedad del vehículo.

Consumo Específico en 2000 (Millas por Galón)

	Motor Comb. Int. A Nafta	Motor Comb. Int. A Diesel	Híbrido a Nafta
Autos	25	28	40
SUVs	15	17	23

5.3. Factores de Emisión del Año Base

A continuación, se ingresarán en las solapas de cargas ambientales, datos que describen algunas de las cargas contaminantes asociadas con los vehículos que se está estudiando. Para evitar ingresar demasiados datos para un ejercicio tan corto, se examinarán sólo cuatro contaminantes: el gas de efecto invernadero Dióxido de Carbono (CO₂) y tres tipos de emisiones tóxicas que contribuyen a la contaminación del aire local: Óxidos de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO), y Partículas de materia de tamaño inferior a 10 micrones (PM₁₀).

Las emisiones de CO₂ de los vehículos dependen únicamente del tipo de combustible usado y la eficiencia (consumo específico) del vehículo. Por lo tanto, se pueden especificar en términos de emisiones por unidad de energía consumida. Las unidades de medida usadas son

libras de CO₂ por MMBTU (millones de unidades térmicas británicas) de combustible consumido.

Los contaminantes del aire local dependen mucho más del tipo de tecnología de control que se use en el vehículo, y a ciertos niveles, suelen además estar regulados por el Gobierno. Por esta razón, estos factores de emisión se suelen especificar por milla-vehículo recorrida. Las unidades que se usan son gramos de contaminante por milla-vehículo recorrido. Dado que estas emisiones dependen en gran medida del funcionamiento del conversor catalítico u otras tecnologías de control usadas en el automóvil, es de esperar que su cantidad aumente por milla-vehículo en forma bastante sustancial a medida que aumenta la antigüedad de los vehículos. Por todo esto, además de especificar los factores de emisión para los vehículos nuevos, será necesario también especificar los factores de degradación para cada contaminante, que especifiquen cómo aumentan las emisiones a medida que aumenta la antigüedad del vehículo.

El Gobierno revisa y mejora en forma permanente las reglamentaciones referentes a emisiones de los vehículos sobre la base de recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental, dependiente de aquél. Desde 1990, se han incorporado unas cuantas medidas más estrictas respecto de las emisiones de los vehículos nuevos. La tabla que sigue especifica cómo han evolucionado desde 1990 los factores de emisión promedio para cada tipo de vehículo nuevo.

Auto	Contaminante	Unidades	1990	1995	2004	¿Nuevo Parámetro?
Nafta	CO ₂	lbs/MMBTU	159.50	no hay datos	no hay datos	no hay datos
	CO	g/milla-veh.	6.20	5.30	3.50	1.70
	NO _x	g/milla-veh.	0.44	0.35	0.04	0.03
	PM ₁₀	g/milla-veh.	0.40	0.30	0.20	0.05
Diesel	CO ₂	lbs/MMBTU	161.00	no hay datos	no hay datos	no hay datos
	CO	g/milla-veh.	1.05	0.54	0.20	no hay datos
	NO _x	g/milla-veh.	0.60	0.27	0.08	no hay datos
	PM ₁₀	g/milla-veh.	1.50	1.50	0.50	0.20

Aún no existen datos disponibles sobre emisiones de vehículos híbridos. Sin embargo, dado que se regulan en la misma forma que los vehículos convencionales de motor de combustión interna a nafta, se supone que tienen los mismos factores de emisión que ese tipo de vehículos.

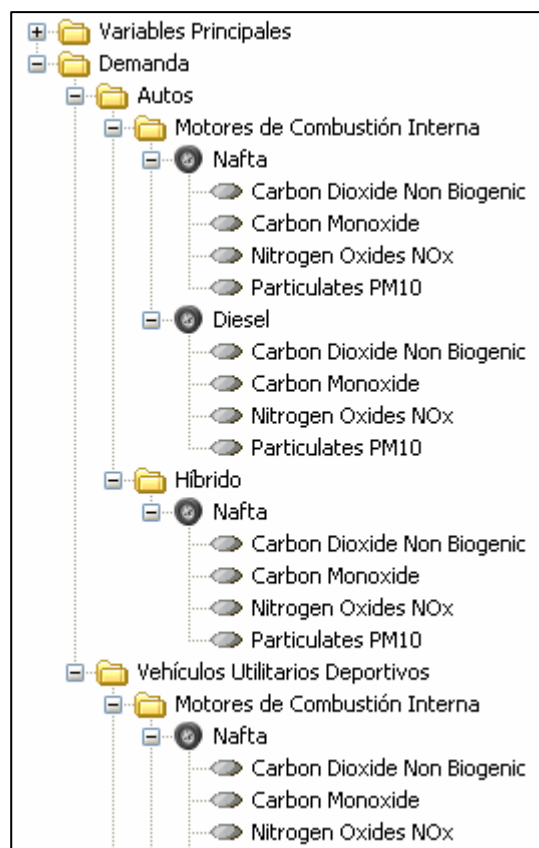
Se prevé la entrada en vigencia de una nueva reglamentación para vehículos fabricados en 2004; también el Gobierno está considerando la posibilidad de introducir un nuevo conjunto de normas sobre emisiones, con los nuevos factores de emisión propuestos, enumerados en la columna final. Este conjunto de normas aún no ha sido aprobado, por lo que no se ha decidido todavía cuándo entrará en vigencia y comenzará a aplicarse a los nuevos vehículos que se fabriquen.

Para ingresar los datos antes mencionados a LEAP, será necesario primero crear una serie de ramas de cargas ambientales (☐) debajo de cada tecnología (🔍). Ir a la solapa de cargas ambientales, y usar el botón Agregar (+), para agregar los efectos de CO₂, CO, NO_x y PM₁₀. Una vez completa, la estructura del árbol debería verse como se muestra en la figura de la derecha.

Es importante fijar las unidades correctas para cada contaminante. Para CO₂, fijar el Tipo “**de energía consumida**” y luego seleccionar las unidades Libras/MMBTU (*Pound/MMBTU*). Para los otros contaminantes, seleccionar el tipo “**de transporte**” y luego seleccionar las unidades gramos/milla-vehículo (*grammes/vehicle-mile*).

Debido a que los datos mencionados anteriormente representan normas de emisiones que afectaron la fabricación de vehículos nuevos en un año específico, será necesario ingresar los datos para 1990, 1995 y 2004 usando una función escalón (*Step*). Como el año para la nueva reglamentación aún no se ha decidido, se puede especificar ese año usando una **Variable Principal** llamada “Nuevo Año de la Reglamentación”. Fijar el valor de esta variable en 2050 de manera que las nuevas normas no se usen en ningún cálculo inicial de escenario.

Así por ejemplo, se podría crear una fórmula para representar las emisiones de CO de los vehículos a nafta de la siguiente forma:





Step(1990, 6.2, 1995, 5.3, 2004, 3.5, New Reg Year, 1.7)

Finalmente, para los tres contaminantes locales del aire también será necesario especificar cómo aumentan en el tiempo los factores de emisión, a medida que aumenta la antigüedad de los vehículos en circulación. Para esto, hay que ir nuevamente a la pantalla perfil de ciclo de vida, a la que se accede con ALT-L, y crear tres perfiles para representar la degradación de CO, NO_x y PM₁₀. La degradación de cada uno de estos agentes contaminantes se puede representar por medio de una curva exponencial con los siguientes parámetros constantes: CO=0,006; NO_x=0,008; PM₁₀=0,005. Volver a la Vista de Análisis, ir a la solapa **Cargas Ambientales** para cada rama de tecnología, y en la columna final de **Perfil de Degradación**, seleccionar los perfiles apropiados.

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) dependen únicamente de la cantidad de combustible quemado en el vehículo. Por lo tanto se puede usar un solo factor de emisión constante, y no se requiere curva de degradación. Para los factores de emisión de CO₂, entonces, se debe dejar el **Perfil de Degradación** fijo en constante.

5.4. Escenario sin Cambios

Se está ahora en condiciones de crear un “Escenario sin Cambios” (BAU) que proyecte el uso de las fuentes y las emisiones futuras en la hipótesis de que no habrá nuevas políticas tendientes a reducir el uso de fuentes y las emisiones.

Ir a la pantalla **Gestionar Escenarios**, (), y hacer clic en el ícono  del botón Agregar para agregar un nuevo escenario llamado “Escenario sin Cambios” (BAU). Luego ingresar los siguientes datos:

- Se espera que las ventas de vehículos se dupliquen, alcanzando los 2 millones de vehículos/año en 2020. Sin embargo, se prevé que casi todo este aumento se dará en el segmento de mercado de SUVs. La venta anual de autos permanece en 0,8 millones/año en 2020, mientras que las ventas anuales de SUVs aumentan a más del doble, alcanzando 1,2 millones en 2020.
- La penetración de los híbridos en el mercado se mantiene constante en el escenario BAU. No se introducen SUVs híbridos.
- En ausencia de nuevos estándares, el consumo específico de todos los vehículos se mantiene inalterado en el futuro.
- No se imponen nuevas reglamentaciones sobre emisiones, además de las ya aprobadas que se introducirán en 2004.

Ahora se está en condiciones de ver los resultados del escenario BAU. Comparar los resultados obtenidos con cada una de las siguientes categorías para los años 2000, 2010 y 2020.

Existencia de Vehículos (en Millones)		2000	2010	2020
Autos	Motor de Combustión Interna\Nafta	6,7	6,9	6,9
	Motor de Combustión Interna\Diesel	0,1	0,1	0,1
	Híbrido\Nafta	0,01	0,03	0,04
SUVs	Motor de Combustión Interna\Nafta	4,4	5,9	8,9
	Motor de Combustión Interna\Diesel	0,1	0,1	0,2
Total		11,3	13,1	16,2
Ventas Anuales de Vehículos (Miles)				
Autos	Motor de Combustión Interna\Nafta	780	780	780
	Motor de Combustión Interna\Diesel	16	16	16
	Híbrido\Nafta	4	4	4
SUVs	Motor de Combustión Interna\Nafta	490	833	1176
	Motor de Combustión Interna\Diesel	10	17	24
Total		1300	1650	2000
Millaje Anual de los Vehículos (Miles de millones de millas-vehículo)				
Autos	Motor de Combustión Interna\Nafta	94,8	98,2	99,1
	Motor de Combustión Interna\Diesel	1,9	2,0	2,0
	Híbrido\Nafta	0,1	0,5	0,5
SUVs	Motor de Combustión Interna\Nafta	62,8	85,9	128,2
	Motor de Combustión Interna\Diesel	1,3	1,8	2,6
Total		160,9	188,3	232,5
Consumo de Combustible (Millones de Galones Equiv. De Nafta)				
Autos	Motor de Combustión Interna\Nafta	3793	3929	3965
	Motor de Combustión Interna\Diesel	69	72	72
	Híbrido\Nafta	3	12	13
SUVs	Motor de Combustión Interna\Nafta	4186	5123	8546
	Motor de Combustión Interna\Diesel	75	103	154
Total		8125	9838	12750
Emisiones de Contaminantes				
CO2 (Millones de Toneladas)		70	85	110
CO (Miles de Toneladas)		1079	882	930
PM10 (Miles de Toneladas)		69	52	54
Nox (Miles de Toneladas)		82	36	14


***Sugerencia:** Si los resultados obtenidos difieren en más de unos pocos puntos porcentuales de los presentados más arriba, se debe revisar primero, si fuera necesario uno por uno, los datos de Año Base. Se debe eliminar primero la posibilidad de error en los datos de Año Base antes de tratar de revisar uno por uno los valores futuros.*

5.5. Escenarios de Política

Se examinará ahora una serie de escenarios de políticas. Se comenzará por examinar una serie de medidas diferentes en forma individual, que luego se combinarán de diferentes formas en escenarios integrados.

5.5.1. Consumo Específico Mejorado (IFE)

La primera medida que el Gobierno está considerando es introducir parámetros más estrictos de consumo específico para vehículos convencionales (es decir, no híbridos) de motor de combustión interna a nafta y a diesel. El nuevo parámetro propuesto exigirá una mejora del consumo específico autos y SUVs del 5% en 2005, 10% en 2010 y 20% en 2015 (siendo todos estos valores relativos a l consumo específico del año base).

Para modelar esta política, ir primero a la pantalla **Gestionar Escenarios** () y luego crear un nuevo escenario debajo del escenario BAU llamado “Consumo Específico Mejorado”. Para reducir el ingreso de datos, se puede crear una nueva **Variable Principal** para representar los parámetros mejorados propuestos más arriba. Por ejemplo, se podría crear una variable llamada “Consumo Esperado”, fijar su valor de Año Base en 1 y luego, en el escenario **Consumo Específico Mejorado**, especificar sus valores futuros usando la siguiente fórmula:

$$\text{Step}(2005, 1.05, 2010, 1.1, 2015, 1.2)$$

Luego, ir a la solapa **Consumo Específico** para cada tipo de vehículo e ingresar la siguiente fórmula para el escenario **Consumo Específico Mejorado**:

$$\text{BaselineScenario} * \text{Target Economy} \text{ (EscenarioBase} * \text{Consumo Esperado)}$$

Esto hará que el consumo específico futuro se calcule como el producto del consumo específico del escenario BAU y y el consumo específico esperado.

5.5.2. Mayor Penetración en el Mercado de Vehículos Eléctricos Híbridos (HYB)

Una segunda medida que se está considerando es aumentar la penetración en el mercado de los vehículos eléctricos híbridos. Esto podría hacerse por medio de una serie de incentivos impositivos y subsidios a los consumidores y productores. Se espera que con estos incentivos, los híbridos podrían aumentar su penetración en el mercado de manera que hacia el 2020, el 50% del mercado de autos y SUVs sea de vehículos híbridos.

Se espera que el consumo específico de los híbridos mejore a medida que madure la tecnología. Los autos híbridos a nafta alcanzan un consumo específico de 60 mpg hacia el 2020, mientras que los SUVs híbridos alcanzan las 35 mpg.

Crear un nuevo escenario llamado “Híbridos” e ingresar una función **Interp** (*Interpolar*) para especificar cuál será la participación futura de motores de combustión interna convencionales y de híbridos en las ventas de autos y SUVs.

5.5.3. Mayor Penetración en el Mercado de Autos y SUVs Diesel (DSL)

Dada su mayor eficiencia y sus beneficios respecto de sus menores emisiones de gases de efecto invernadero, el Gobierno también está considerando una política tendiente a promover la penetración en el mercado de los autos y SUVs a diesel. Sin embargo, no es claro si esta medida sería justificada, ya que los vehículos a diesel producen mayores emisiones de contaminantes del aire local, especialmente Partículas. Se espera que, con varios incentivos, los vehículos diesel podrían aumentar su penetración en el mercado al 30% para motores de combustión interna convencionales hacia el 2020.

Crear un nuevo escenario llamado “Diesel” e ingresar una función **Interp** para especificar cuál será la participación futura de los vehículos a diesel y nafta en las ventas de autos de motor de combustión interna y SUVs.

5.5.4. Introducción de una nueva Reglamentación sobre Emisiones de Caños de Escape (TAIL)

Como se mencionó en el punto 5.3, el Gobierno está considerando también la posibilidad de introducir una reglamentación nueva y más estricta respecto de las emisiones provenientes de caños de escape. Se quiere comprobar cuáles serán los beneficios en cuanto a la reducción de emisiones si se introdujera esta nueva reglamentación en el 2010, tanto como una medida independiente como una que forme parte de un paquete de medidas más amplio, tendientes a reducir la contaminación y combatir el cambio climático.

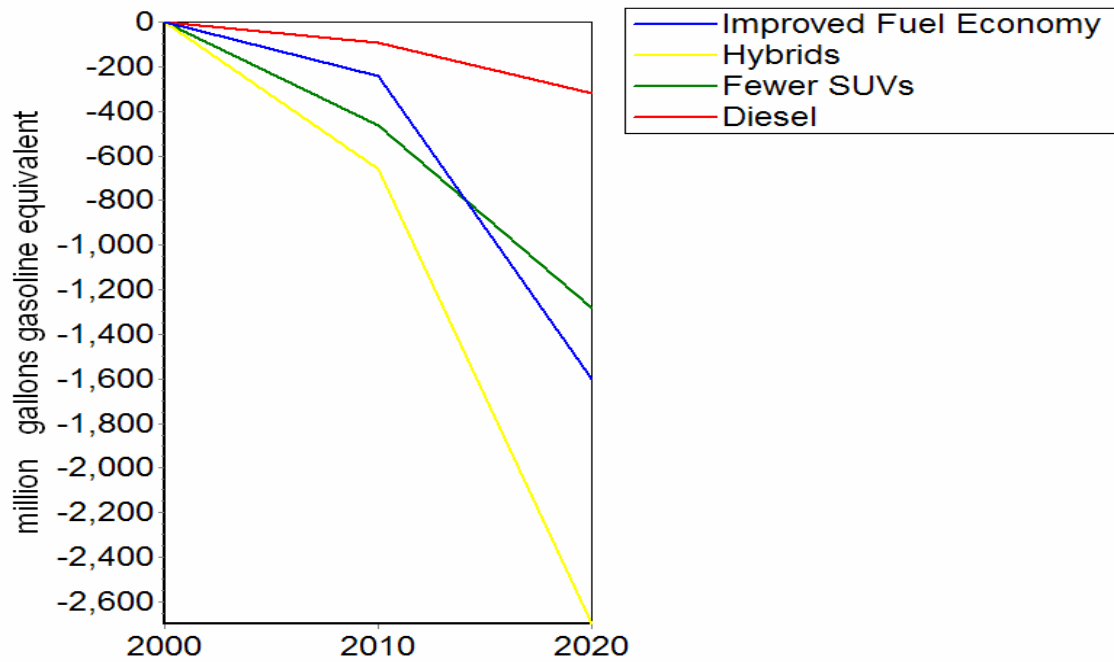
***Sugerencia:** Crear un nuevo escenario llamado “Reglamentación sobre Caños de Escape”, y luego simplemente editar el valor de la **Variable Principal** llamada “Nuevo Año de la Reglamentación” que se creó anteriormente para este nuevo escenario. Esta variable representa la fecha en que la nueva reglamentación sobre emisiones de caños de escape entrará en vigencia. Cambiarla a 2010.*

5.5.5. Promoción de la compra de Autos por sobre los SUVs

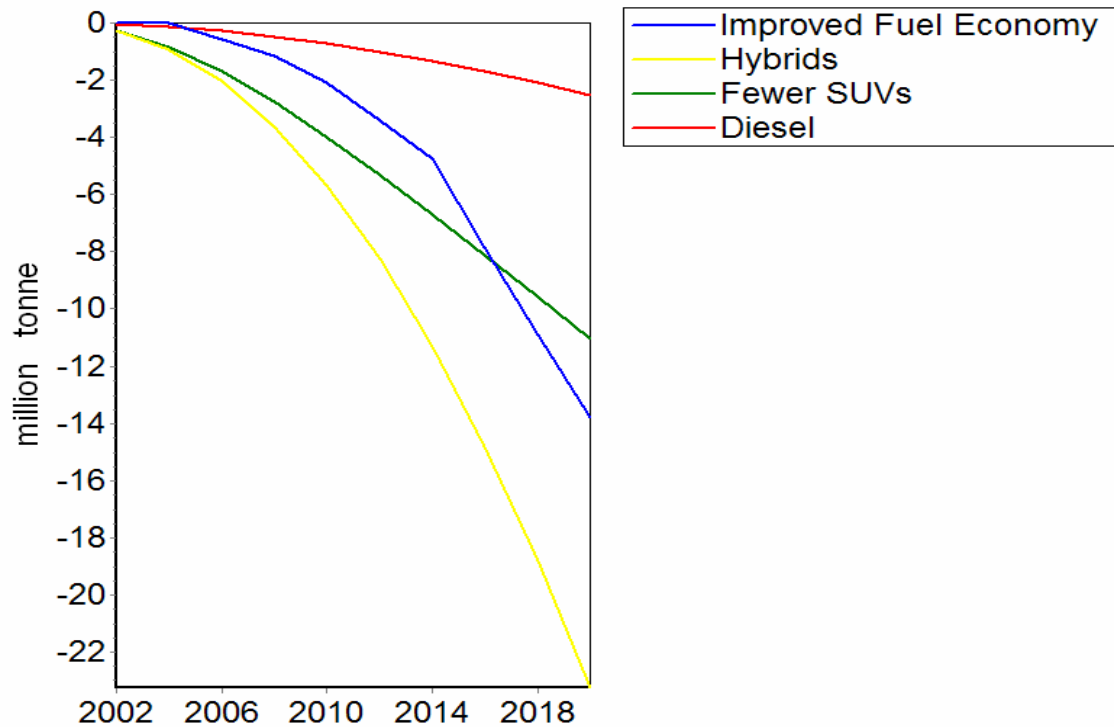
El Gobierno también está considerando una serie de medidas tendientes a desalentar la compra de SUVs de gran tamaño e ineficiencia de combustible. Con una serie de medidas tales como impuestos a los combustibles o a las emisiones de carbono, y la fijación de los seguros automotores sobre la base del peso o el consumo específico de los mismos, se espera que las ventas de SUVs se reduzcan en 500.000 en el 2020, y que las ventas de autos aumenten en una cantidad similar.

Ahora se está en condiciones de ver los resultados de los escenarios creados. Comparar los resultados obtenidos con los de los gráficos de las páginas siguientes.

Escenario de Consumo de Combustible Menos el Escenario BAU

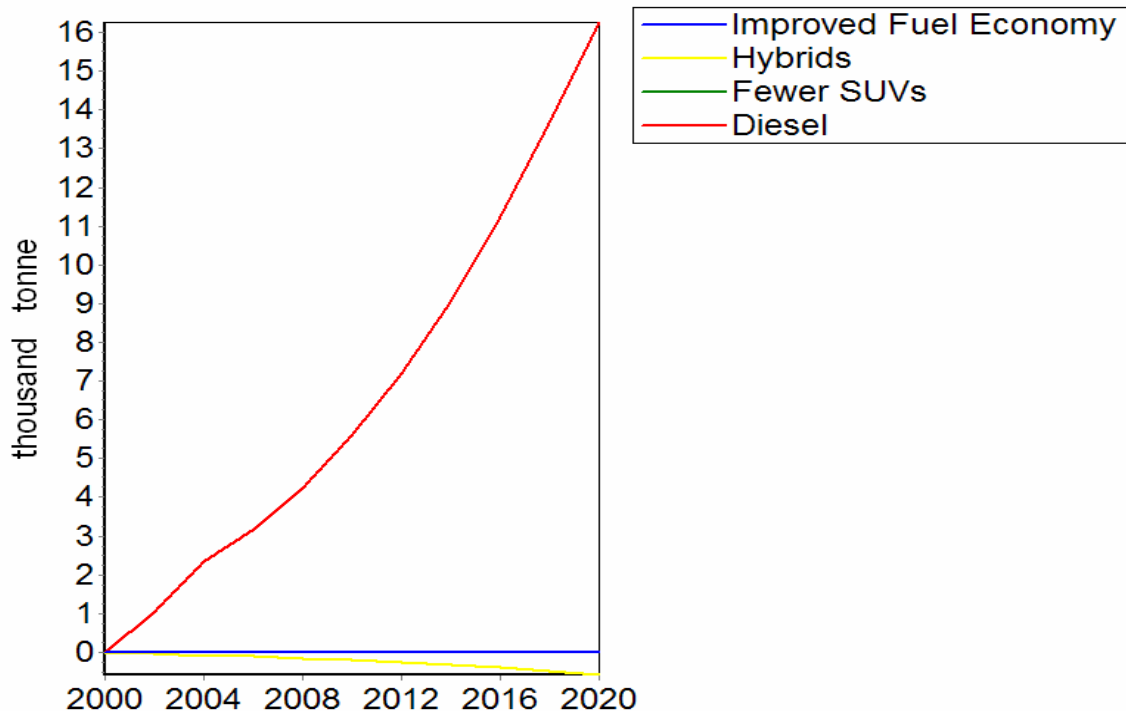


Escenario de Emisiones de CO₂ Menos el Escenario BAU



Para estos dos gráficos, los resultados del escenario "reglamentación sobre emisiones de caños de escape" son los mismos que para el Escenario BAU.

Escenario de Emisiones de PM10 Menos el Escenario BAU



Se debe tener en cuenta el necesario balance de ventajas y desventajas que resultan en algunos escenarios. En particular, el mayor uso de vehículos de diesel trae como consecuencia la reducción de emisiones de CO₂, a la vez que el aumento significativo de PM₁₀ y NO_x.

Se pueden crear combinaciones propias de escenarios. Comenzar por combinar los siguientes escenarios:

- Parámetros de Consumo Específico Mejorado para Vehículos a Nafta Convencionales.
- Introducción de una nueva Reglamentación sobre Emisiones de Caños de Escape.
- Mayor Penetración en el Mercado de Vehículos Eléctricos Híbridos.
- Promoción de los Autos por sobre los SUVs.

Ir a la pantalla **Gestionar Escenarios** (S) y crear un nuevo escenario llamado “Combinado” que herede del escenario BAU. En la solapa “herencia”, hacer clic en el botón agregar (+) para agregar cada uno de los escenarios mencionados más arriba al área marcada “También Hereda de”. No se necesita ingresar datos nuevos para este escenario, ya que heredará automáticamente las fórmulas de ingreso de datos usada en cada uno de los escenarios de los cuales hereda.

Ahora se pueden comparar los resultados de este nuevo escenario combinado con los escenarios de políticas individuales y con el escenario BAU.

Escenario de Emisiones de CO₂ Comparado

