



Serie: “Manuales de Usuario de SimSEE”

TOMO I

Editor y Simulador.

Claudia Cabrera, Lorena Di Chiara y Ruben Chaer.
Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE).
Administración del Mercado Eléctrico (ADME).
Fundación Julio Américo Ricaldoni. (FJR).
Montevideo – Uruguay.
Septiembre 2013.



Facultad de Ingeniería
Universidad de la República



P R E F A C I O .

Los manuales de Usuario de la plataforma SimSEE están organizados en cuatro tomos. El tomo I dedicado a presentar en general la plataforma SimSEE y en particular de la aplicación Editor, que es la más utilizada por los usuario. Los tomos II, III y IV son manuales de referencia de los modelos de Actores, Fuentes y del post-procesador de resultados SimRes3 respectivamente.

Esta primer versión de los manuales fue desarrollada en colaboración entre el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (IIE-FING-UDELAR), la Administración del Mercado Eléctrico (ADME) y la Fundación Julio Américo Ricaldoni (FJR). La participación del IIE consistió en la dirección del proyecto por parte del Ing. Ruben Chaer. ADME financió la contratación de las Ingenieras Claudia Cabrera y Lorena Di Chiara, que son las autoras principales de los manuales y aportó sus profesionales como contraparte del proyecto para la revisión y aceptación de los manuales. La FJR realizó la administración general del proyecto, encargándose de elaboración de las propuestas que dieron lugar al proyecto, de las contrataciones y del seguimiento de ejecución del mismo.

Reseña histórica.

El corazón de la plataforma SimSEE fue desarrollada en el Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República Oriental del Uruguay en el marco del proyecto de desarrollo tecnológico PDT-47/12 con financiamiento del BID. El proyecto involucró el trabajo de dos ingenieros durante 18 meses y fue finalizado en noviembre de 2007. Desde esa fecha, la plataforma ha sido mejorada en forma continua gracias a el financiamiento de proyectos concursados en el marco del Fondo Sectorial de Energía de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación ANII (PR_FSE_2009-18: “Mejoras a la plataforma SimSEE” y ANII-FSE-1-2011-1-6552: “Modelado de energías autóctonas en SimSEE”).

SimSEE fue concebida con la filosofía de SOFTWARE LIBRE y con el propósito de disponer de una plataforma que pudiera servir a los fines académicos de enseñanza, investigación y extensión. El software es distribuido en forma gratuita bajo el tipo de licencia GNU-GPL v3.

SimSEE está programado en lenguaje Pascal Orientado a Objetos utilizando el entorno de desarrollo Lazarus Pascal (compilador Free Pascal). Este entorno de desarrollo tiene la virtud, además de ser un excelente entorno de desarrollo, de ser gratuito permitiendo que desarrollar sobre SimSEE sea posible utilizando 100% software libre. El estilo de programación es Orientado a Objetos lo que simplifica la extensión de la plataforma y el desarrollo de nuevos modelos.

*Ruben Chaer / Instituto de Ingeniería Eléctrica - FING - UDELAR.
setiembre 2013 - Montevideo - Uruguay.*

Índice de contenido

1.Introducción. Descripción General de la Plataforma.....	6
1.1.Los usos de SimSEE.....	6
1.2.Descripción general y terminología.....	7
1.2.a)Fuentes y bornes.....	10
1.2.b)Capas y Escenarios.....	11
1.2.c)Parámetros dinámicos.....	11
1.2.d)Unidades.....	11
1.3.Sistemas sin dinámica.....	12
1.4.Sistemas dinámicos.....	12
1.5.Modelado de un sistema de energía eléctrica.....	13
1.5.a)Representación de la red de transporte.....	14
1.5.b)Restricciones de Nodo.....	14
1.6.Encadenamiento de Salas de Juego.....	15
2.Procedimiento de Instalación.....	17
2.1.Sitio web de descarga.....	17
2.2.Estructura de carpetas del SimSEE. Descripción del contenido.....	18
2.3.Binarios del SimSEE.....	20
3.El Editor de Salas.....	22
3.1.Métodos unificados de la interfase de usuario.....	22
3.1.a)Edición de formularios.....	22
3.1.b)Manejo de listados.....	22
3.1.c)Editando una Ficha de Parámetros Dinámicos.....	23
3.1.c.iEjemplo 1.....	24
3.1.c.iiEjemplo 2.....	25
3.1.c.iiiEjemplo 3.....	28
3.2.Menú Principal del Editor de SimSEE.....	30
3.2.a)Opción “Archivo”.....	30
3.2.b)Opción “Monitores”.....	32
3.2.c)Opción “Herramientas”.....	33
3.2.c.iImportar Un Actor.....	34
3.2.c.iiExportar Actores.....	34
3.2.c.iiiGenerar Resumen Térmico.....	34
3.2.c.ivOpciones.....	34
3.2.c.vComponer Costos Futuros.....	35
3.2.c.vi“Empaquetar”.....	36
3.2.d)Opción “Actualizar”.....	36
3.2.e)Opción “?” (Ayuda).....	36
3.2.f)Opción “[Por hacer]”.....	36
3.2.g)Opción “[versiones]”.....	37
3.3.Solapero Principal.....	37
3.3.a)Solapa - Variables Globales.....	37
3.3.b)Solapa - Fuentes.....	39
3.3.b.iFuentes y bornes.....	41

3.3.c)Solapa - Actores.....	44
3.3.c.i Editar Unidades Disponibles.....	48
3.3.c.iiAlta Incierta.....	50
3.3.c.iiiInicio Crónica Incierto.....	51
3.3.d)Solapa – Estados.....	53
3.3.e)Solapa – Mantenimientos.....	56
3.3.f)Solapa - Monitores.....	56
3.3.f.i.AMonitor de Consola.....	57
3.3.f.i.BMonitor Gráfico Simple.....	58
3.3.f.i.CMonitor de Archivo.....	60
3.3.f.i.D Monitor de Histograma.....	63
3.3.f.i.E Monitor de Archivo para SimRes3.....	64
3.3.g)Solapa Simulador.....	65
3.3.g.iVariables de Optimización.....	65
3.3.g.iiVariables de Simulación.....	67
3.3.g.iiiEscenarios.....	68
3.3.g.ivLlamar Optimizador/Simulador con el escenario principal.....	69
3.3.h)Solapa - ?.....	70
3.3.i)Solapa – Flucar.....	70
3.3.j)Solapa – CO2.....	71
3.3.k)Solapa – SimRes3.....	72
4.El Optimizador/ Simulador.....	74
4.1.Panel de Datos de Entrada.....	75
4.2.Panel de Optimización.....	76
4.3.Panel de Simulación.....	78
4.4.Alertas.....	79
4.5.Archivos de Resultados.....	80
4.5.a)Optimización. (OptRes).....	81
4.5.b)Simulación. (SimRes).....	84
4.5.b.i Variables exportadas por la Sala.....	86
5.Ejemplo de creación de un Sala.....	88
5.1.Hipótesis del estudio.....	88
5.1.a)Horizonte de Tiempo y Paso de Tiempo.....	88
5.1.b)Demanda.....	88
5.1.b.iEscalones de Falla.....	89
5.1.c)Proyección de precios de los energéticos.....	89
5.1.d)Parque Generador.....	89
5.1.d.iParque Térmico.....	89
5.1.d.i.ACentrales Biomasa:.....	90
5.1.d.iiParque Hidroeléctrico.....	91
5.1.d.iiiParque Eólico.....	91
5.1.e)Comercio Internacional.....	92
5.1.e.iArgentina.....	92
5.1.e.iiBrasil.....	92
5.2.Creando la sala con el Editor.....	92
5.2.a)Variables Globales.....	92
5.2.b)Fuentes Aleatorias.....	93
5.2.b.iFuentes Constantes.....	94

5.2.b.iiFuente Sintetizador CEGH.....	94
5.2.c)Actores.....	95
5.2.c.iRed.....	95
5.2.c.iiDemandas.....	96
5.2.c.iiiEólica.....	98
5.2.c.ivTérmicas.....	99
5.2.c.vHidráulicas.....	104
5.2.c.v.A Ficha de Gabriel Terra (Bonete).....	105
5.2.c.v.BFicha de Baygorria.....	107
5.2.c.v.CFicha de Palmar.....	109
5.2.c.v.DFicha de Salto Grande.....	110
5.2.c.viComercio Internacional.....	110
6.Editando una Sala con un editor de texto.....	112
7.Actualizador de corridas.....	120
8.Glosario.....	123

1. Introducción.

Descripción General de la Plataforma.

SimSEE es el acronismo de “Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica”. Es es una plataforma de Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica; entendiendo por plataforma un conjunto de herramientas y modelos útiles para llevar adelante la tarea. Como plataforma, es un conjunto de bloques constructivos fácilmente ampliable para abarcar nuevos tipos casos de estudios.

En esta introducción se muestra en forma general el tipo de problema que implica la operación óptima de un sistema de energía eléctrica y la arquitectura de la plataforma SimSEE como herramienta para ese objetivo.

Este es un Manual de Usuario de SimSEE por lo que escapa al objetivo del presente documento la descripción detallada de los algoritmos de resolución y el funcionamiento de los sistemas de energía en detalle; conocimientos estos que se adquieren en cursos de grado y postgrado de ingeniería y con la práctica profesional.

Este es el Tomo I de la serie “Manuales de usuario de SimSEE”. El capítulo 1 contiene una descripción general de la plataforma para acercar al usuario a la terminología utilizada. El capítulo 2 describe el procedimiento necesario para la instalación de SimSEE. El capítulo 3 es el manual de usuario de la aplicación SimSEEEditor que es la de mayor uso por parte de los usuarios y desde la que se acceden a casi todas las funcionalidades de la plataforma. El capítulo 4 es el manual de usuario de la aplicación SimSEESimulador que es la que lleva a cabo el trabajo de cálculo de optimización y simulación. Completan este primer tomo una serie de Anexos con información complementaria sobre los algoritmos y servicios de la plataforma.

Los demás tomos de la serie “Manuales de usuario de SimSEE” son de referencia y están diseñados para facilitar al usuario el acceso a la información de referencia cuando esté trabajando con la plataforma. En el Tomo II se detallan las Fuentes, en el Tomo III los Actores y en el Tomo IV la herramienta de post-procesado de resultados “SimRes3”.

1.1. Los usos de SimSEE

Los usos de SimSEE pueden ser muy variados citando a modo de ejemplo el modelado y simulación de:

- Programación del despacho de los recursos en el mediano y corto plazo.
- Resultado económico de distintos escenarios posibles para expansiones del sistema en el largo plazo, resultado físico y económico previsto para el comportamiento de diferentes interconexiones spot y de contratos internacionales.
- Para analizar la conveniencia de distintos modos de comercialización de su energía para un determinado generador: p.ej. mediante contratos o en la modalidad spot del mercado eléctrico.

- Modelar el despacho de corto plazo con posibilidad realizar flujos de carga en la red eléctrica modelada, lo que permite incluir las restricciones de red en el modelo.

1.2. Descripción general y terminología.

La plataforma SimSEE está diseñada e implementada 100% Orientada a Objeto; en este sentido debe pensarse como una “caja de herramientas” que permite armar en forma sencilla un “lugar” donde se colocan “objetos” que “saben” como comportarse en ese ambiente. Como se trata de una plataforma para simulación de Sistemas de Energía Eléctrica, los objetos tienen que saber respetar las restricciones eléctricas (por ejemplo la suma de las potencias en una barra tiene que ser nula) y saber colaborar en la misión del sistema que es que cumplir con suministrar la demanda al menor costo posible en condiciones de calidad aceptables. Si bien esta característica de la implementación resulta transparente al usuario, es bueno tener presente que es esta filosofía de implementación que guía la nomenclatura utilizada en la descripción de la plataforma.

Básicamente hay dos tipos de Entidades en base a la cual se arman todos los modelos. Estas son **Actores** y **Fuentes**. Como se trata de realizar simulaciones en el tiempo, los parámetros de estas entidades pueden ir cambiando con el transcurso del tiempo. Incluso pueden aparecer o desaparecer entidades durante el horizonte temporal analizado. Para dar soporte a esta posibilidad de variación temporal de las entidades y sus parámetros se implementa en SimSEE el concepto de **Parámetros Dinámicos**. Como se verá se pueden definir diferentes conjuntos de Parámetros Dinámicos para cada tipo de entidad. Estos tres términos Actores, Fuentes y Parámetros Dinámicos serán mejor descriptos en lo que sigue de esta introducción.

En SimSEE, se entiende por **Actor** a cualquier entidad capaz de entregar y/o recibir energía. Hay modelos para representar diferentes tipos de Actores (por ej. las centrales Hidráulicas con Embalse tienen un modelo y las sin embalse otro).

Para llevar adelante una simulación, hay que crear los diferentes Actores que participarán de la misma y ubicarlos en una **Sala de Juego** (o simplemente Sala) que es el ambiente donde se desarrollará la simulación. Una Sala es almacenable en un archivo con extensión “.ese” por defecto.

Las tres aplicaciones más importantes de la plataforma son el Editor de Salas “SimSEEdit.exe”, el optimizador/Simulador “SimSEESimulador.exe” y el post-procesador de resultados “SimRes3.exe”. Estas tres aplicaciones son referidas en forma abreviada como el **Editor**, el **Simulador** y el **SimRes3** respectivamente.

El Editor permite agregar, quitar y modificar los Actores de una Sala en forma amigable y lanzar desde el mismo entorno la aplicación Simulador para realizar la simulación de la Sala y la aplicación “SimRes3” para post-procesar los resultados.

Dado que los sistemas considerados tienen procesos estocásticos (por ejemplo los aportes hidráulicos a las represas o el estado de rotura/reparación de las máquinas) que hacen que el resultado de la simulación sea en si un proceso estocástico, en el simulador es posible simular muchas realizaciones de los procesos estocásticos (esto es “historias posibles”). A cada realización de los procesos estocásticos simulada se le llama **Crónica** simulada. Por ej. es habitual simular 100 crónicas (esto es 100 historias posibles de lo que podría ser el comportamiento del sistema en la ventana de tiempo considerada). A modo de ejemplo, si se simulan 10 años del sistema con un paso de tiempo diario, se podrá observar la potencia despachada por una central dada en una de las crónicas simuladas como una tira de 10 x 365 valores. Si se simulan 100 crónicas, se necesitará 100 tiras de 10 x 365 valores para representar la misma variable observada. A ese conjunto de valores que representan una magnitud, lo podemos pensar como una matriz con el tiempo en las filas y las crónicas en las columnas. A esta representación de una magnitud se le llama en SimSEE “Variable Crónica” o **CronVar** en forma abreviada.

Para poder visualizar y realizar cálculos directamente con las CronVars, SimSEE tiene un post procesador de resultados crónicos que es la aplicación SimRes3. Esta aplicación es capaz de tomar los resultados de la simulación y manejarlos para realizar cálculos adicionales y presentarlos creando una libro Excel o directamente en un archivo de texto plano. En la salida en Excel es posible especificar la presentación de gráficos de los resultados. El manual de la aplicación SimRes es objeto del Tomo IV de esta serie de manuales.

Los principales modelos incluidos en la plataforma son: centrales de generación hidroeléctrica con embalse y sin embalse, centrales de generación en base a combustibles fósiles, centrales de bombeo, parques eólicos, colectores termo-solares, interconexiones entre países y plantas de generación fotovoltaica.

El objetivo es modelar la operación óptima del sistema en base al criterio de minimizar el **Costo Futuro** de abastecimiento de la demanda (CF). Los costos en que incurre un sistema de generación eléctrica a efectos de abastecer su demanda se componen esencialmente de:

- Suma de los costos variables de operación de las centrales térmicas (combustibles y OyM).
- Suma de los costos de importación de energía menos los ingresos por exportación energía
- Suma de los costos de no suministro de la demanda (costo de falla) en caso que se produzca déficit.

El Costo Futuro del sistema es la sumatoria de los costos menos ingresos antes mencionados desde el presente hasta el final de los tiempos.

Al conjunto de reglas que permiten la operación del sistema se le llama **Política de Operación**. En la práctica ese conjunto de reglas implica dar un valor a los recursos almacenables que permiten comparar la conveniencia de usarlos o almacenarlos en cada instante. Dicha valorización de los recursos almacenables es variante en el tiempo y en el estado del sistema. La característica estocástica del sistema (roturas de máquinas, lluvias, viento, temperatura, etc.)

hace que la Política de Operación sea una indicación válida estadísticamente pero no hay certeza de que sea lo mejor cuando es observada a posteriori de que los eventos sucedan. Dicho de otra forma, si se mira hacia el pasado y se juzga una Política de Operación contra la realidad (es decir con cuales fueron las maquinas que realmente estuvieron disponibles, cuales fueron las lluvias reales y la energía eólica) seguramente se podrá encontrar algo que se pudiera haber hecho mejor si se hubiera conocido con anticipación toda la información.

La operación óptima del sistema, puede plantearse como un problema de optimización cuya función objetivo es minimizar en todo instante el Costo Futuro de operación. Una vez resuelto el problema, se dispone de una “La política de operación óptima”.

En la simulación de la operación óptima de un sistema con SimSEE se pueden distinguir dos etapas: **Etapas de Optimización** y **Etapas de Simulación**. Durante la Optimización se resuelve el problema de encontrar “La Política Óptima de Operación (POO)”. Durante la Simulación se utiliza la POO para llevar adelante simulaciones de posibles realizaciones del conjunto de procesos estocásticos que afectan al sistema.

Una Simulación de una Sala puede ser de una o más Crónicas y para ser ejecutada necesita que previamente se haya ejecutado la etapa de Optimización de la misma Sala. A la secuencia de etapas Optimización-Simulación se le llama una **Corrida**.

En la práctica, no es posible realizar ni la optimización ni la simulación para un **horizonte de tiempo** infinito (o hasta el final de los tiempos). Una aproximación, es considerar un horizonte temporal lo suficientemente extenso como para poder suponer que la suma de costos considerada es representativa del Costo Futuro de operación. Normalmente se utiliza una tasa de descuento del dinero (12% anual por ejemplo) lo que hace que el peso de los costos, en la integral para calcular el Costo Futuro, vaya decayendo exponencialmente con el tiempo y por tanto quita relevancia a extender el “tiempo final” considerado en valores donde el peso de la tasa de descuento hace irrelevante los costos.

El usuario debe fijar un horizonte de tiempo o intervalo de tiempo especificando **Tiempo Inicial** y **Tiempo Final**, tanto para la Optimización como para la Simulación.

A los efectos de realizar los cálculos en base a los modelos de la evolución del sistema, tanto para la optimización como para la simulación, el horizonte de tiempo se discretiza en **Etapas** o **Pasos de Tiempo**. En cada paso de tiempo, SimSEE calculará la evolución del sistema en base al estado inicial, la realización de los procesos estocásticos del paso (rotura de máquinas, caudales de aportes a las centrales hidroeléctricas, etc.) despachando los diferentes recursos para cumplir con el balance energético del sistema ec.1 y minimizando el Costo Futuro.

$$\text{Demanda} = \text{Generación} + \text{Importación} - \text{Exportación} + \text{Falla}$$

ec.(1) Balance energético.

SimSEE tiene la posibilidad de trabajar con una sub-partición del Paso de Tiempo (o etapa) en **Postes** (también conocidos como Bandas Horarias). Esta sub-partición implica una clasificación de las horas del paso de tiempo en base al nivel de la demanda del sistema agrupando las horas de mayor demanda en el primer Poste (Poste de Punta), las horas de menor demanda en el último poste (Poste de Valle) y distribuyendo el resto de las horas de acuerdo a su nivel en los respectivos postes.

El balance energético (ec.1) se verifica en cada uno de los postes del paso de tiempo. En el sistema eléctrico más que balance energético se debe cumplir el balance en potencias, es decir instante a instante. La solución de fijar un paso de tiempo y llevar el balance de potencia a energía es una simplificación. La división en postes permite fijar dentro del paso, postes lo suficientemente finos (de poca duración) a los efectos de que la restricción de balance de potencia quede bien representada por el balance energético. Por ejemplo, para simulaciones con paso semanal, el poste de punta se suele elegir de 4 horas de duración para representar la potencia del pico de los días hábiles. Si las restricciones de potencia deben ser fielmente representadas el usuario deberá usar un paso de tiempo horario y un solo poste.

El usuario entonces, debe especificar la cantidad de postes en que desea sub-dividir el paso de tiempo y la duración de cada uno de los postes. La suma de las horas de los postes será la duración del paso de tiempo. Dentro de cada poste se suponen valores constantes de potencia de generación y de demanda.

1.2.a) Fuentes y bornes.

En SimSEE una **Fuente** es una entidad que pone disponible valores en sus **Bornes** de salida para ser utilizados por las demás entidades (Actores y Fuentes). La palabra Borne, intenta dar la idea de “borne de conexión” como en un circuito y por eso se dice que los Actores y/o Fuentes que quieran hacer uso de los valores de una fuente, “se conectan a un Borne” de la misma. La mayoría de las Fuentes son de un solo borne (es decir disponibilizan una sola serie de valores) pero hay algunas que generan varias series en forma simultánea y las disponibilizan en los respectivos Bornes.

Hay una variedad de modelos de fuentes predefinidos que se pueden utilizar para generar diferentes funciones. (Por ej. de valores constantes por tramo temporal o sinusoides). Hay otra variedad de fuentes que permite componer una salida en base a otras fuentes. (Por ej. sumadores, comparadores y multiplicadores). Otro grupo importante de fuentes son el conjunto de fuentes aleatorias que permiten generar valores con diferentes funciones de densidad de probabilidad y modelar procesos estocásticos con un buen grado de detalle.

Para fijar ideas un uso típico de las fuentes es la indexación de los precios de los combustibles de las centrales térmicas. Para ello se crea una fuente que genere un índice a aplicar sobre el precio del combustible dándole la variación deseada en el horizonte de tiempo del análisis. Los Generadores térmicos cuyo combustible sea el correspondiente al índice creado por la fuente pueden “co-

nectarse” a la fuente apra que su costo de producción se vea afectado por la variación del precio de su combustible.

1.2.b) Capas y Escenarios.

La Sala de SimSEE tiene la posibilidad de tener varias **Capas**. La Capa por defecto es la 0 (Cero). Al editar una Ficha de Parámetros Dinámicos se le puede indicar la capa a la que pertenece.

Este mecanismo de Capas, permite armar **Escenarios** o **Casos** diferentes que se pueden activar o no. Un Escenario se define indicando cuales son las Capas de la Sala que están activas en ese Escenario. De esa forma al ejecutar las etapas de Simulación/Optimización de la Sala, indicando un Escenario se logra que participen de la ejecución de solamente las Capas que pertenezcan al escenario indicado. Este mecanismo de Escenarios puede verse como una forma de poder analizar muchos Casos con el mismo archivo de Sala sin tener que crear varios archivos y facilitando entonces el mantenimiento de la información.

1.2.c) Parámetros dinámicos.

Para crear Actores o Fuentes en SimSEE, el primer paso es seleccionar el tipo o modelo que mejor lo representa. El segundo paso es configurar la entidad mediante formularios específicos del tipo seleccionado que permiten fijar sus parámetros. Generalmente hay un conjunto de parámetros estáticos que se cambian en un formulario principal de la entidad y otro conjunto de parámetros dinámicos que pueden ir variando durante el horizonte de tiempo. El conjunto de parámetros dinámicos se edita mediante un formulario en el que se indica además de los valores de los parámetros la fecha a partir del cual esos datos son válidos. A una instancia de valores de los parámetros dinámicos con su fecha se le llama **Ficha de Parámetros Dinámicos**. Durante la edición de la sala el usuario puede agregar tantas Fichas de Parámetros Dinámicos como quiera para representar la evolución de la entidad en el tiempo. A modo de ejemplo, el factor de disponibilidad de un generador puede ir variando en función de su vida útil y de las rutinas de mantenimiento a que sea sometido.

Para detalles sobre la edición de las fichas de parámetros dinámicos vea la sec.3.1.c.

1.2.d) Unidades.

Dado un Actor se puede indicar que el mismo tiene más de una **Unidad**. Por ejemplo, si configuramos un aerogenerador de 2 MW, indicando que el Actor tiene 25 unidades estaremos representando un parque de 50 MW. Las Unidades son también parámetros dinámicos lo que permite quitar unidades para representar mantenimientos programados o desmantelamiento de una central o agregar Unidades para representar re-ingreso de centrales que estaban en mantenimiento programado o incorporación de nuevas centrales al sistema.

La posibilidad de representar las unidades dentro del Actor en lugar de variar su potencia permite un manejo fino de las disponibilidades tanto programadas como fortuitas. Volviendo al ejemplo del parque de 25 aerogeneradores de 2 MW, si se supone un factor de disponibilidad de 0.95 no es lo mismo modelar el parque como una única unidad de 50 MW que como 25 de 2 MW, pues en el primer caso cuando la unidad sufra una rotura fortuita se perderán 50 MW del sistema mientras que en el segundo caso las roturas fortuitas de las unidades son independientes y por tanto el efecto de las indisponibilidades se ve filtrado por la cantidad de unidades en cuanto a la potencia disponible para el sistema.

1.3. *Sistemas sin dinámica.*

Se dice que un sistema no tiene dinámica cuando la historia del sistema no es relevante para la determinación de su evolución futura. En forma equivalente podemos decir que el sistema “no tiene memoria” o “no tiene inercia”.

Si se conociera el costo variable de cada recurso y no hubiera restricciones que vincularan los pasos de tiempo entre sí (es decir no hay dinámica), el despacho más económico sería el que se obtiene simplemente ordenando los recursos del más económico al más caro (por su costo variable de generación expresado en USD/MWh) y en cada poste, de acuerdo al nivel de demanda del poste se despacharan los recursos, comenzando con el más económico y continuando con los siguientes hasta alcanzar la potencia de la demanda. Este podría ser el caso de un sistema puramente térmico en el que es sencillo determinar el costo de producción de cada unidad y si se supone que las unidades son tales que no imponen restricciones adicionales (por ejemplo turbinas aeroderivativas y motores).

1.4. *Sistemas dinámicos.*

Se entiende por sistema dinámico uno en el que la historia del sistema es relevante para su futuro. En forma equivalente se dice que los sistemas con dinámica tienen “memoria” o que tienen “inercia”. La Operación de un sistema es la toma de decisiones en forma continua. De la propia definición surge que en un sistema dinámico, las decisiones del presente afectan el futuro y por tanto al intentar hacer una “operación óptima” habrá que considerar el pasado para en sus consecuencias sobre el presente y del conjunto de decisiones posibles dado ese pasado tomar aquellas que lleven a un menor costo tanto del presente como el futuro.

Los sistemas reales tienen inercias que hacen que sea necesario considerarlos como sistemas dinámicos. Por ejemplo incluyen almacenes de energía como los embalses de las centrales hidroeléctricas que crean una dependencia temporal. Un volumen de agua que sea utilizado en el presente para sustituir una generación térmica (y así ahorrar el costo de combustible asociado a la energía sustituida), no podrá ser utilizado en el futuro salvo que llueva y se reponga. Otro ejemplo de vínculo temporal (o dinámico) son las centrales térmicas de arranque lento que imponen restricciones en cuanto a imponer un despacho inflexible. Por ejemplo de vínculo dinámico es una central de base como una

central nuclear. Una central de este tipo no admite variaciones de potencia en forma rápida (están pensadas para ser despachadas “en la base” de la curva de demanda).

La resolución de los sistemas dinámicos, requiere la valorización de recursos almacenables, como el agua en los embalses hidráulicos, que no tiene un costo directo. Dicha valorización es utilizada posteriormente en la solución de los despachos económicos en cada Paso de Tiempo.

El **Estado** de un sistema en un instante dado, es por definición la información relevante del pasado del sistema. Conocido el Estado, es posible calcular la evolución del sistema con el conocimiento de los eventos futuros. En los Sistemas de Energía Eléctrica, El Estado queda captado en un vector de valores de las magnitudes nombradas más arriba (recursos almacenados, estado ON/OFF de las máquinas).

En la Optimización se tiene en cuenta el conjunto de variables de estado que modelan los aspectos fundamentales que nos interesa observar del sistema eléctrico. Las variables de estado pueden ser continuas (p.ej. volúmenes de los embalses de las represas hidroeléctricas, volumen de combustible almacenado en un tanque) o discretas (p.ej. encendido/apagado de una máquina térmica que tiene un costo de arranque y parada especificados).

La Optimización se lleva a cabo mediante Programación Dinámica Estocástica (**PDE**). El resultado de la misma es una función $CF(X, k)$ con el valor esperado del Costo Futuro de operación del sistema para cada valor del vector de estado X y cada paso de tiempo k . Esta función es conocida también como función de Bellman o valores de Bellman. La información relevante para la toma de decisiones (La Política de Operación) se encuentra en las derivadas direccionales de la función de Bellman. Para la i -ésima componente del vector de estado dicha derivada direccional sería: $\frac{\partial CF}{\partial x_i}(X, k)$. Observar que esta derivada permite valorizar el uso del recurso asociado a la variable de estado x_i cuantificando el efecto sobre el futuro de tomar una decisión que implique en el presente (instante k) una variación δx_i en la variable de estado x_i .

SimSEE brinda soporte para el manejo de la función de Bellman, para su cálculo y para el cálculo de sus derivadas en forma transparente para el usuario común y gran utilidad para los usuarios que pretendan desarrollar nuevos modelos para agregar a la plataforma.

Entre los archivos generados en la Optimización el usuario puede acceder a una representación discretizada de la función de Bellman y de sus derivadas espaciales.

1.5. Modelado de un sistema de energía eléctrica.

En la terminología usada en SimSEE las diferentes entidades que se desempeñan en un sistema de energía eléctrica entregando o consumiendo energía, como ser las **centrales de generación** (entregan energía al sistema), las **interconexiones internacionales** (capaces tanto de entregar como de retirar energía del sistema) y las **demandas** (consumen energía) son llamadas **Actores**.

1.5.a) Representación de la red de transporte.

Para el modelado de la red en SimSEE se dispone Actores **Nodos** o barras virtuales a los que se conectan los demás Actores y **Arcos** o corredores de transporte de energía que unen nodos. Los Nodos son simples barras de conexión, los Arcos permiten especificar rendimiento, peaje, capacidad de transporte y factor de disponibilidad permitiendo así representar las restricciones de transporte entre las diferentes zonas del sistema considerado.

Solo a modo de ejemplo y para fijar ideas, la Fig. 1 muestra un esquema de un sistema con dos nodos unidos por dos corredores de transporte. Al Nodo_1 se conecta el generador G1 y la demanda D1 y al Nodo_2 el generador G2 y la demanda D2.

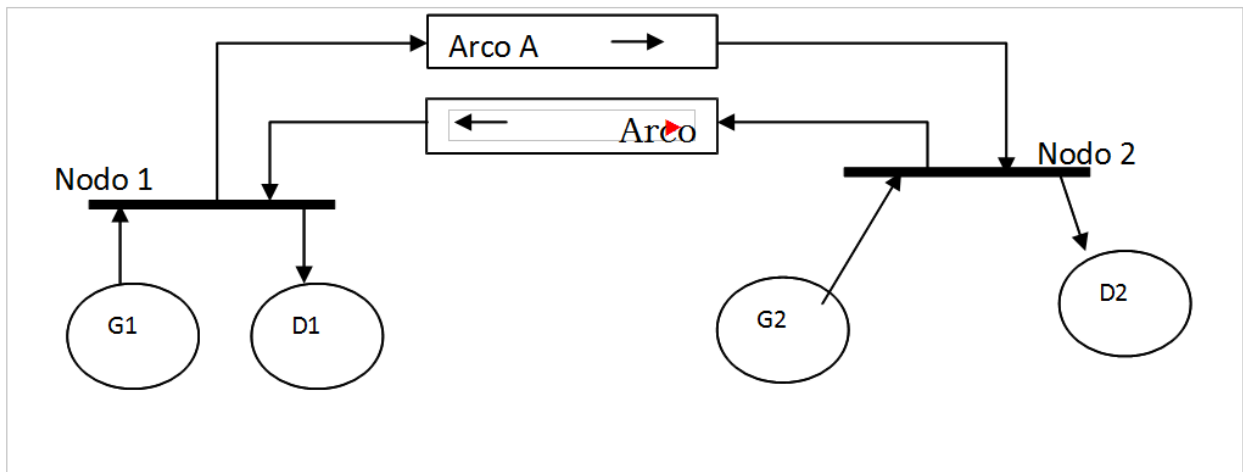


Fig. 1: Representación de la red de transporte.

1.5.b) Restricciones de Nodo.

En cada NODO se debe cumplir instantáneamente el **Balance de Potencia** (“Restricción del Nodo”), esto es que la suma algebraica de las potencias inyectadas al nodo debe ser CERO.

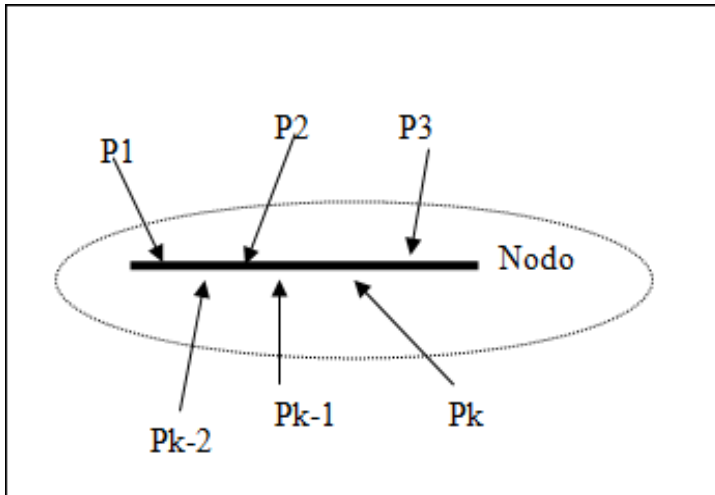


Fig. 2: Restricción de nodo.

1.6. Encadenamiento de Salas de Juego.

Se denomina **Sala** (o sala de juego) al conjunto de Actores que se está modelando, junto con el “tablero” en el que los mismos realizarán su “juego”. El “juego” es el que se produce al simular la Sala durante un paso de tiempo, esto es el espacio temporal en que se deja actuar a los diferentes actores, respetando sus restricciones propias y siguiendo las reglas de juego consistentes en el despacho económico con el objetivo de minimizar del Costo Futuro operación e cada paso de tiempo. También se le llama **Sala** al archivo (documento) en el que se guarda toda la especificación de un sistema. Los archivos de salas tienen extensión “.ese”. El nombre del archivo no podrá contener espacios en blanco, en caso de querer separar partes del nombre de la Sala se deberá utilizar el carácter “_” (subrayado) en su lugar. La Sala es un archivo de texto que se puede modificar manualmente mediante un editor de texto, pero lo recomendable es utilizar el programa editor de SimSEE llamado **SimSEEdit** para asegurarse la compatibilidad de formato.

Las salas pueden encadenarse, para que la etapa de Optimización de una en lugar de iniciar el algoritmo de Programación Dinámica Estocástica sin información al final del horizonte de optimización, lo haga “mirando” la función de Costo Futuro de la sala a la que se engancha. Esto es útil para tener por ejemplo, una primer Sala de largo plazo con paso de tiempo semanal o mensual (y varios Postes) cuya optimización abarca el Largo Plazo (años), otra sala con paso diario que se engancha a la primera para el Mediano Plazo (meses) y una tercer sala de paso horario que se engancha a la segunda para el Corto Plazo (semanas).

La Fig.3 esquematiza el enganche de las funciones de Costo Futuro del ejemplo de 3 salas antes mencionado.

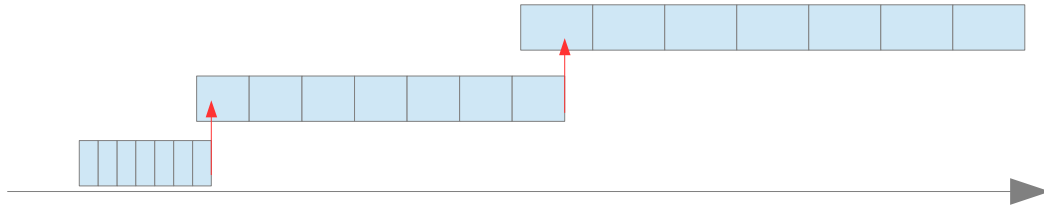


Fig. 3: Horizontes de Optimización de 3 salas encadenadas.

Los espacios de estado de las salas enganchadas no tienen por qué ser el mismo y suelen no serlo por la sencilla razón que al ir hacia el presente y querer realizar simulaciones más detalladas con pasos de tiempo cada vez menores se vuelven relevantes nuevas variables de estado que no resultaban relevantes con el paso de tiempo mayor.

Un ejemplo práctico de esto es el uso en el sistema uruguayo. En las salas de largo plazo de paso semanal, solamente se considera relevante el embalse de Rincón de Bonete y se utiliza la cota del lago como variable de estado. En las salas de mediano plazo de paso diario y horizonte meses, se introduce la cota de Palmar como segundo lago importante del sistema y en la sala de corto plazo de paso horario y horizonte 15 días se introduce la cota del lago de Salto Grande.

Las variables “nuevas” en la sala que se engancha son consideradas “sin información”. Solamente para las variables que coinciden se “transmite” la información (las derivadas parciales) de la sala enganchada a la que se engancha.

También puede suceder que una variable de estado existente en la sala enganchada desaparezca en la sala que se engancha. Este es el caso por ejemplo cuando la variable es “muy pesada” y no tiene sentido considerarla en una sala de muy corto plazo, pues el valor de la variable será constante durante el horizonte de simulación. En este caso, hay que especificar al realizar el enganche en qué valor de la variable que desaparece se debe realizar el enganche. También se permite que se especifique que se promedie los valores de la variable en lugar de especificar un valor concreto.

2. Procedimiento de Instalación.

En esta sección se describe en detalle el proceso y resultado de la instalación del programa SimSEE en su ordenador.

2.1. Sitio web de descarga.

En la siguiente dirección web es posible encontrar la última versión del programa de instalación:

http://iie.fing.edu.uy/simsee/instalador_simsee/

Allí se encuentra, entre otros, un archivo "**instsimseeNNN.exe**" que es el instalador completo de SimSEE versión NNN. Si hay más de un archivo de instalación seleccione el de número de versión superior.

Una vez descargado el programa instalador es necesario ejecutarlo siguiendo las instrucciones que se van dando en pantalla. Por defecto SimSEE se instalará en en la carpeta **C:\simsee**. El usuario puede seleccionar cualquier otro disco de su PC para instalar SimSEE; pero se recomienda respetar esa ubicación para facilitar la compatibilidad con la referencia a archivos externos que puedan tener las Salas creadas y compartidas por los usuarios.

Si ya se tiene instalada una versión reciente de SimSEE y se desea actualizar la misma, es posible bajar solamente los archivos binarios correspondientes a la última versión que se encontrarán comprimidos en un archivo "**SimSEE_binarios_vNNN.zip**" en el mismo sitio web arriba mencionado. Solo será necesario copiar los mismos manualmente en el directorio "bin" de instalación de SimSEE que normalmente será **C:\simsee\bin**. Este procedimiento es particularmente útil si se tienen restricciones de permisos de administración para ejecutar un programa instalador (.exe) y además disminuye el tiempo de descarga por tener el archivo de binarios un tamaño considerablemente menor que el instalador completo.

Durante la instalación de SimSEE se creará un icono en su escritorio como se muestra en la Fig.4 que podrá utilizar para tener un acceso rápido al Editor.



Fig. 4: Ícono de SimSEE

2.2. Estructura de carpetas del SimSEE. Descripción del contenido.

Luego de finalizada la instalación el usuario verá en la carpeta **C:\simsee** de su PC (o en la carpeta en la que haya decidido hacer la instalación del programa) las siguientes **sub-carpetas**:

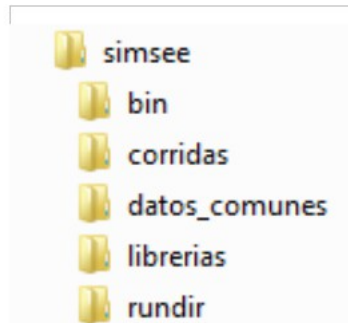


Fig. 5: Estructura de carpetas de SimSEE

El contenido y finalidad de las mismas se describe a continuación:

- **“bin”**: En esta carpeta se guardan los programas ejecutables de SimSEE. Entre ellos el Editor de SimSEE que será el programa invocado por el acceso directo creado durante la instalación (ícono de la Fig.4. También el programa Simulador, el post-procesador de resultados SimRes3 y otros ejecutables incluidos en la plataforma. Para más información ver la sección 2.3 “Binarios del SimSEE”.
- **“corridas”**: En esta carpeta están las sub-carpetas de las diferentes Salas de ejemplos incluidos en la instalación. El usuario puede crear nuevas carpetas dentro de la carpeta Corridas para guardar sus propias salas. Por ejemplo una forma de organizar el trabajo es crear una nueva carpeta para cada estudio que se realice y en esa carpeta se guardan todas las salas relacionadas con el estudio. Esta es la organización sugerida, pero no es obligatoria y el usuario puede guardar las Salas en cualquier carpeta.

- **“datos_comunes”**: En esta carpeta se guardan algunos datos de uso común para que puedan ser usados en diferentes salas. Por ejemplo los modelos de generación de caudales de aportes a las represas del País en base a series históricas, modelos de generación de potencias eólicas en base a series históricas de viento, demandas detalladas de años históricos, etc. Esta carpeta se encuentra dividida en dos sub-carpetas: “demandas” y “sintetizadores”, a efectos de separar en forma más ordenada los diferentes tipos de datos comunes disponibles, según se trate de demandas, que serán utilizados por los actores Demanda, o de sintetizadores que serán utilizados por los actores Fuentes Aleatorias.

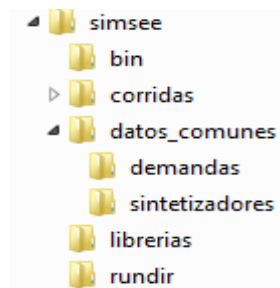


Fig. 6: Datos comunes.

- **“librerias”**: En esta carpeta se guardan Actores y Fuentes cuando son Exportados de una Sala. Cada Actor y/o Fuente es guardado en un archivo de texto por separado y pueden ser Importados posteriormente desde otra Sala.
- **“rundir”**: Al realizar una Optimización o Simulación con el Simulador, se crea una carpeta dentro de la carpeta “rundir” en la que se almacenan los archivos con resultados de la Corrida. Si no existe una sub-carpeta en rundir, con el mismo nombre que la sala bajo ejecución, la misma se crea al iniciar la ejecución. Si ya existe la carpeta, los resultados contenidos en la misma serán sobre-escritos. Los archivos generados al ejecutarse una corrida suelen ser de un tamaño considerable, por lo que se recomienda revisar cada tanto la carpeta *rundir* y borrar las subcarpetas que ya no se estén usando, para evitar ocupar un espacio excesivo de disco (para volver a generarlos, si fuera necesario, deberá volver a ejecutar la corrida). En la Fig.7 se muestra la carpeta “rundir” marcada del lado izquierdo y del lado derecho se observa que se ha ejecutado una Sala cuyo nombre es “sala_de_prueba”.

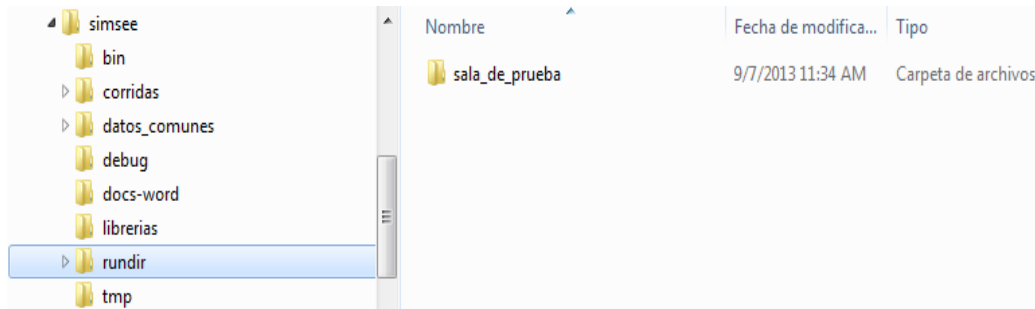


Fig. 7: Carpeta de resultados "rundir".

Se puede observar que una vez ejecutada una corrida el sistema agrega algunas carpetas auxiliares a la estructura básica de carpetas: debug, docs-word y tmp, que son carpetas utilizadas en forma accesoria por el software para guardar resultados intermedios, entre otros usos.

Si una vez instalado SimSEE en un disco (Por .ej. el disco C:) el usuario decidiera moverlo hacia otro disco de su PC (Por razones de espacio por ej.), simplemente moverá las carpetas anteriormente descritas hacia el nuevo disco (Por ej. el disco D:). Las Salas (archivos .ese) que se encuentren en la carpeta *corridas*, al ejecutarse buscarán los archivos de *datos_comunes* que estén utilizando en el nuevo disco donde se encuentre instalado SimSEE, mediante caminos (paths) relativos de la forma: `\simsee\datos_comunes\sintetizadores\` o bien `\simsee\datos_comunes\demandas\`. De tenerse una Sala creada con alguna versión de SimSEE que tuviera referencias absolutas a la anterior ubicación de la plataforma (en el ej. sería `C:\simsee\datos_comunes\`) y por tanto diera error al intentar ejecutarla desde la nueva ubicación (en el ej. sería desde el disco D:) puede editarse la Sala con un editor de texto y sustituir manualmente mediante la opción "buscar y reemplazar" la nueva ubicación en los paths que contenga la corrida¹. El mismo inconveniente puede tener si copia el archivo de Sala de una computadora a otra en la que la instalación esté en una ubicación diferente. Para evitar estos inconvenientes se debe utilizar la herramienta "empaquetar" y copiar el archivo de sala empaquetada como se explica en la sección 3.2.c.

Es posible asimismo realizar manualmente la instalación completa de SimSEE, sin necesidad de ejecutar el programa instalador (en caso de tener restricciones de permisos para su ejecución), si ya se tiene SimSEE instalado en otro PC o desde un pen-drive, simplemente copiando y manteniendo la estructura de carpetas arriba descrita, ya que SimSEE no modifica carpetas ni archivos del sistema.

2.3. Binarios del SimSEE.

En el directorio "bin" de instalación de SimSEE que normalmente se encontrará ubicado en: `c:\simsee\bin` se encuentran instalados, entre otros, los siguientes binarios:

¹ Para editar una Sala utilizando un editor de texto puede consultarse el cap. 2. 5 y el Anexo A2, donde se detalla la estructura y contenido de la misma.

- **“SimSEEEedit.exe”**: el editor de SimSEE mediante el cual el usuario editará la Sala correspondiente a su corrida y los diferentes Actores y Fuentes que utilizará en la misma. Su menú principal se describe en la sección 3.2. Editar una simulación consiste en seleccionar los Actores que participarán del Juego e ir agregándolos en la Sala de Juegos.
- **“SimSEESimulador.exe”**: el optimizador/simulador que será invocado por el Editor cuando el usuario haya finalizado la edición de la Sala y decida optimizar y simular (hacer la Corrida) la misma. Se describe en el capítulo 74 “El Optimizador/Simulador.” del presente Manual. Optimizar consiste en minimizar el costo futuro de operación del sistema y se realiza en forma recursiva desde el futuro hasta el presente, mientras que simular consiste en hacer que el “tiempo transcurra” en la *Sala de Juego* y observar el comportamiento de los actores.
- **“SimRes3.exe”**: el programa que permite al usuario realizar diferentes cálculos de post-procesamiento de los resultados obtenidos en la simulación. Podrá ser invocado por el Simulador una vez finalizada la simulación correspondiente y desde el propio Editor si la simulación ya fue realizada. Su descripción detallada se encuentra en el Tomo IV de la serie de Manuales de Usuarios de SimSEE.
- **“analisisserial.exe”**: es un utilitario auxiliar a la plataforma que permite analizar series temporales de datos y crear un modelo de Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma CEGH. El programa analisisserial.exe se explica en detalle en el Tomo V de la serie de Manuales de Usuario de SimSEE.
- **“actualizador.exe”**: este programa permite al usuario conectarse con un servidor ubicado en la Facultad de Ingeniería donde se pueden descargar corridas subidas por usuarios con permiso de actualización, en particular de la ADME. La descripción de esta opción se puede encontrar en el capítulo 7 de este Manual.
- **“cmdopt”**, **“cmdsim”**: archivos de comando que permiten la ejecución de la etapa de Optimización y de Simulador respectivamente. Estos programas no tienen interface gráfica y deben ser llamados pasando como parámetros la Sala a ejecutar y demás datos necesarios. Estos mismos programas están disponibles en Linux. Estos ejecutables son útiles para programar la ejecución de conjuntos de corridas en modo BATCH ya sea en Windows o en Linux. También los mismos ejecutables que están disponibles en el Cluster de FING para la utilización de dicho equipo por SimSEE.
- **“datosbin2xlt”**: es un utilitario auxiliar que permite convertir un archivo horario detallado en formato binario (extensión .bin) a un archivo plantilla de Microsoft Excel (extensión .xlt) de forma de poder visualizar su contenido (p.ej. para visualizar los archivos de demanda de SimSEE).

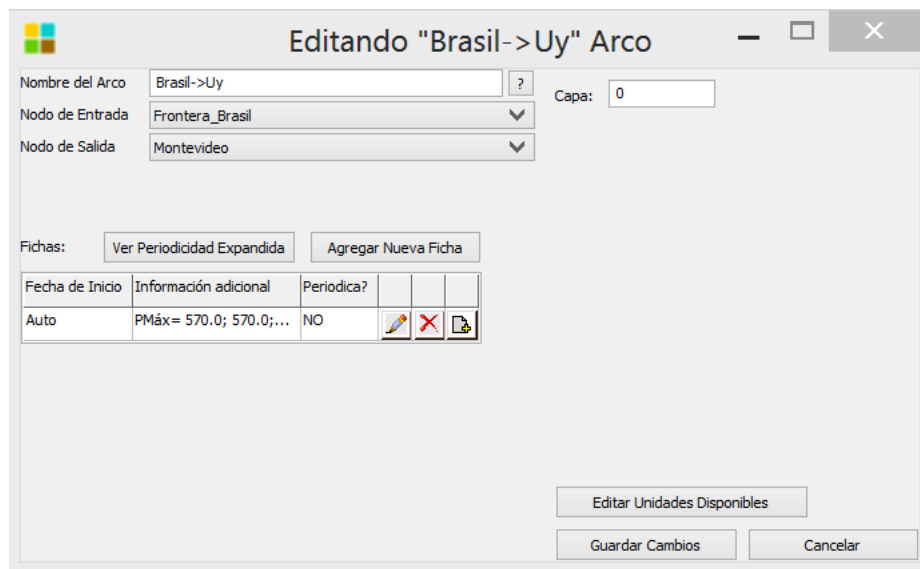
3. El Editor de Salas.

3.1. Métodos unificados de la interfase de usuario.

En esta sección se presentan características generales del editor que se aplican en varios tipos de edición. Generalmente toda la información de la Sala está organizada en listados de entidades (Actores, Fuentes, etc.) y el trabajo de edición implica, Editar los parámetros de una entidad, Editar un listado de entidades y como caso especial de formulario de edición están los correspondiente a la edición de parámetros dinámicos.

3.1.a) Edición de formularios.

Siempre que se comienza la edición de una entidad, en SimSEE se “clona” la entidad y se abre un formulario que despliega los valores actuales y permite modificarlos. Estos formularios tienen un botón “Guardar” y otro “Cancelar”. Si presiona el botón “Guardar Cambios” (ver ejemplo de la Fig.8) el nuevo juego de valores será copiado sobre los originales, si presiona “Cancelar” el nuevo juego de valores será descartado sin modificar los originales.



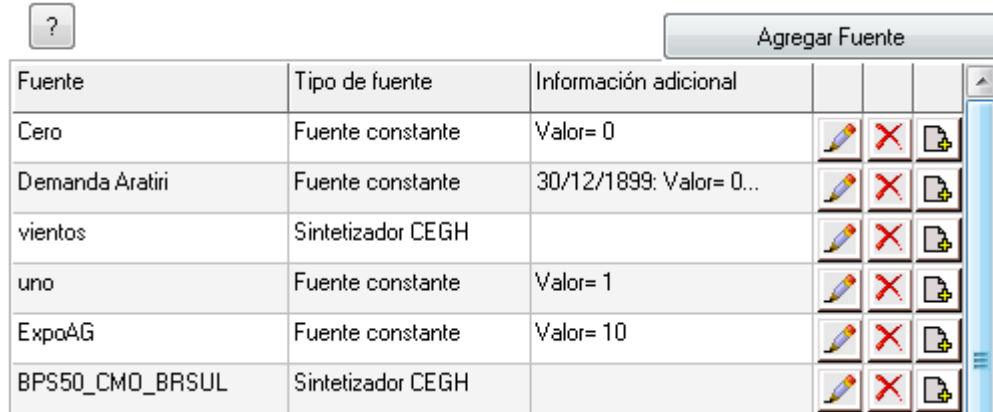
Fecha de Inicio	Información adicional	Periodica?
Auto	PMáx= 570.0; 570.0;...	NO

Fig. 8: Ejemplo de formulario de edición.

3.1.b) Manejo de listados.

En el Editor, siempre que es posible editar listados (por ej. Actores, Fuentes, fichas de parámetros dinámicos de una entidad) los mismos se presentan mediante tablas incrustadas en los formularios como el ejemplo que se muestra en la Fig.9 . Se ha unificado tanto la presentación como la edición de los lista-

dos para las Fuentes y Actores, de forma que le resulte sencilla al usuario su utilización una vez que se ha familiarizado con la plataforma. En general en la parte superior de la tabla hay un botón que permite agregar una ficha (registro) al listado. En el ejemplo de la Fig.9 este botón es “Agregar Fuente”.





















Fuente	Tipo de fuente	Información adicional			
Cero	Fuente constante	Valor= 0			
Demanda Aratiri	Fuente constante	30/12/1899: Valor= 0...			
vientos	Sintetizador CEGH				
uno	Fuente constante	Valor= 1			
ExpoAG	Fuente constante	Valor= 10			
BPS50_CMO_BRSUL	Sintetizador CEGH				

Fig. 9: Ejemplo de tabla para edición de un listado.

Las primeras columnas contienen un resumen de los valores que tiene la ficha (conjunto de valores) que se está editando que le permiten al usuario identificar cada una de las fichas. Las columnas a la derecha con los botones son las que permiten modificar el listado. El significado de los botones es el siguiente:



“Lápiz”: Abre un formulario que permite editar y modificar los valores de la ficha.



“Cruz”: Permite eliminar la ficha. Se abre una ventana que solicita la confirmación para proceder a dicha eliminación. Por otra parte si la ficha está siendo referenciado por otra entidad, se abre una ventana que advierte de esto e informa que por tanto no es posible su eliminación.



“Clonar”: Clona la ficha. Al presionar este botón se crea una copia de la ficha seleccionada y se abre el formulario de edición sobre la nueva ficha creada. Es útil para crear una nueva ficha a partir de otra existente, evitando tener que introducir todos los datos nuevamente.

3.1.c) Editando una Ficha de Parámetros Dinámicos.

Cada Actor o Fuente tiene su propio tipo de Ficha de Parámetros Dinámicos con su juego de parámetros específicos, pero todos los tipos de Fichas de Parámetros Dinámicos tienen en común los parámetros que aparecen en el formulario de la Fig.10.

Fecha de inicio (dd/MM/yyyy) <input type="text" value="Auto"/> ?		Capa: <input type="text" value="0"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Periódica?		
Inicio del Período:	<input type="text" value="1/5/2000"/>	Ciclos Activa
Fin del Período:	<input type="text" value="1/5/3000"/>	<input type="text" value="3"/>
Largo del Período:	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Años"/>	Ciclos Inactiva
		<input type="text" value="1"/>
		Desplazamiento
		<input type="text" value="0"/>

Fig. 10: Fichas de parámetros dinámicos.

La “Fecha de inicio” indica a partir de qué fecha (dentro del horizonte de análisis) es válida la Ficha. La palabra “Auto” o un 0 (Cero) indica que la ficha es válida desde el inicio de los tiempos (o lo que es lo mismo desde el inicio del Horizonte).

La “Capa” permite especificar en qué Capa de la Sala es válida la ficha.

El casillero “Periódica?” permite indicar si la Ficha debe ser considerada periódica o no. Si está desmarcado la ficha no es periódica y es válida a partir de la Fecha de Inicio indicada. Si se marca el casillero, la Ficha representa un tren de fichas coincidiendo una de ellas en la Fecha de Inicio. Las fichas estarán separadas entre si el tiempo que se indique en “Largo del Período” (1 año en el ejemplo de la Fig.10). “Inicio de Período” y “Fin de Período” determina una venta (Filtro de Horizonte) en la que las fichas del tren de fichas son válidas. Además de ese Filtro de Horizonte, los parámetros “Ciclos Activa” y “Ciclos Inactiva” permite dar una “cadencia” (Filtro de Cadencia) dentro del tren de fichas. En el ejemplo “Ciclos Activa = 3” y “Ciclos Inactiva = 1” esto indica que del tren de fichas hay una cadencia de tres fichas activas seguidas de una inactiva y luego se repite tres activa una inactiva en forma indefinida. Este filtro de cadencia permite modelar situaciones como los mantenimientos programados de centrales de generación Regulares (los de todos los años) y Especiales (una vez cada cuatro años en el ejemplo). El parámetro “Desplazamiento” permite indicar a cuantos pasos (fichas) está la primer ficha activa respecto de la “Fecha de Inicio”.

La configuración y uso de las fichas periódicas ha mostrado ser difícil de entender y utilizar por los usuarios. Para intentar reafirmar el tema se presentan a continuación tres ejemplos de uso de fichas periódicas.

3.1.c.i Ejemplo 1

Como ejemplo, para programar que una central es sacada a mantenimiento todos los años 1 mes en setiembre se necesitan dos fichas periódicas. Una que quite la unidad y otra que la re-establezca un mes después. En este caso las Fechas de Inicio serían 1/9/2013 y 1/10/2013 respectivamente, ambas fichas tendrían marcado el casillero “Periódica?” y Largo de Período 1 año. En el filtro de horizonte se pondrían los dos valores en Auto o 0 (Cero) para indicar que es desde el inicio de los tiempos hasta el final de los tiempos (es decir durante todo el horizonte de análisis). Los parámetros de cadencia se pondrían en “Ciclos Activa = 1”, “Ciclos Inactiva = 0” y “Desplazamiento = 0” .

Para dar un ejemplo en que el filtro de cadencia tenga sentido, imagínese un caso en que las dos fichas del párrafo anterior definen el mantenimiento regular de la central, pero que una vez cada cuatro años hay que hacer un mante-

nimiento mayor que dura 4 meses y se quiere iniciar en agosto. Para lograrlo, hay que agregar dos fichas más que modelen el mantenimiento mayor y las dos fichas del párrafo anterior hay que darles cadencia. Las dos fichas que modelan el mantenimiento mayor tendrían fechas 1/8/2013 y 1/12/2013, “Largo de Período = 1 año”. El filtro de horizonte con los dos valores en Auto. Los parámetros de cadencia serían: “Ciclos Activa = 1”, “Ciclos Inactiva = 3” y “Desplazamiento=(N-1)” con el valor de N que se explica más adelante. A las dos fichas del párrafo anterior hay que cambiarle los parámetros de cadencia que serían: “Ciclos Activa = 3”, “Ciclos Inactiva = 1” y “Desplazamiento= (N-1)+1” para asegurarnos que quede el inicio de uno de los grupos de tres fichas activas un año después de cada mantenimiento mayor. El valor de (N-1) fija cuando es el mantenimiento mayor respecto de la fecha 1/8/2013. Si (N-1) = 0 entonces hay un mantenimiento mayor en 2013, si es 1 en 2014 y así respectivamente.

3.1.c.ii Ejemplo 2.

En la Fig.11 muestra una de las fichas de parámetros dinámicos de un actor que representa en una sala la posibilidad de importación de energía.

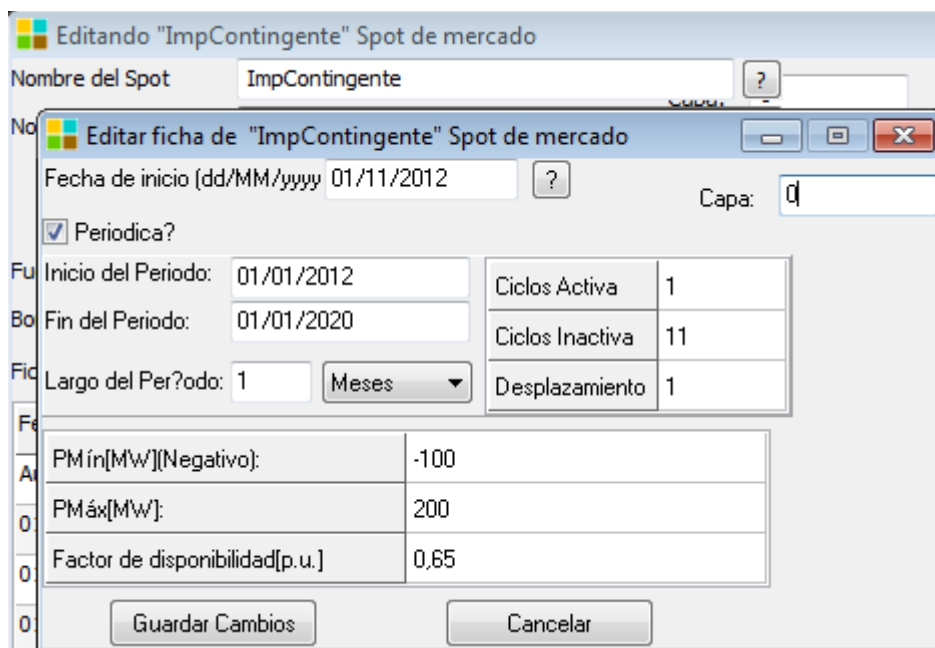


Fig. 11: Ejemplo de uso de parámetros dinámicos.

En el ejemplo se trata de una importación de carácter contingente, modelada como un Actor de Comercio Internacional “Spot de Mercado”. Para reemplazar que la disponibilidad de energía del país vendedor puede variar sustancialmente según la época del año y de parámetros aleatorios como son el régimen de lluvias y la temperatura se consideran factores de disponibilidad de la interconexión variables con las estaciones del año. Y esto se repite de igual forma todos los años. Es así que pueden definirse para el Actor dos fichas periódicas, una cuya validez comienza a principios del invierno (mes de mayo) y la otra

cuya validez comienza a principios del verano (mes de noviembre), tal como se muestra en la Fig.12 (observe que para estas dos últimas fichas la columna “Periódica?” está marcada con “SI”, al contrario de las fichas anteriores que indican “NO”. Las dos primeras fichas son sobrescritas por las periódicas).

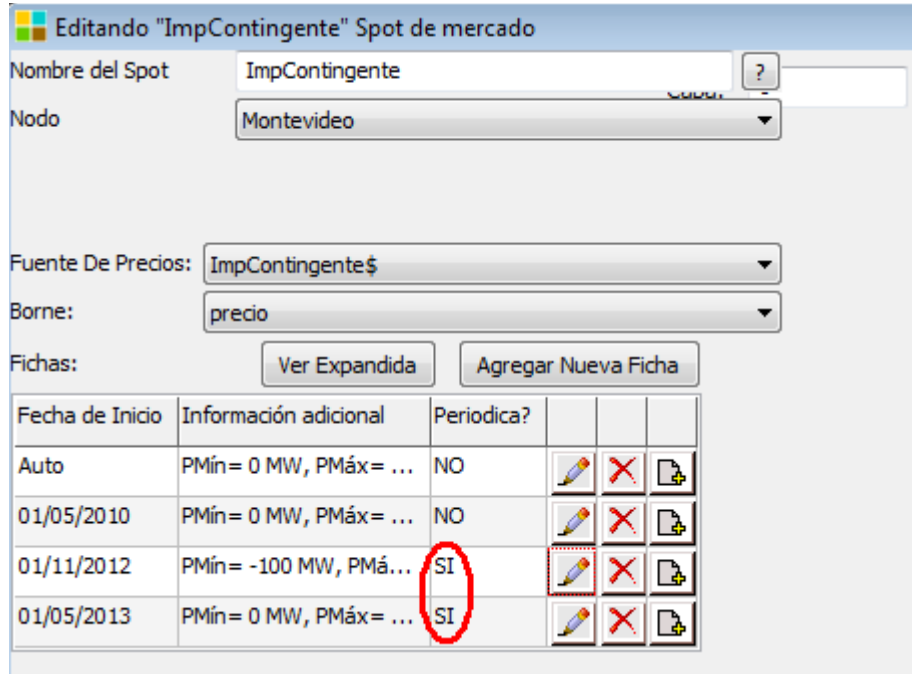


Fig. 12: Dos fichas periódicas para dar estacionalidad.

La ficha correspondiente al período de verano es la mostrada en la Fig.11 , y allí puede verse que si bien la periodicidad es anual, se declaró en meses a efectos de permitir desplazar el inicio del verano en un mes. La ficha se activa durante un ciclo (un mes) no se vuelve a activar durante los 11 ciclos siguientes (pero permanece activa hasta tanto otra ficha no la sobrescriba). Esto será así para todos los meses comprendidos en el intervalo 2012-2020 durante el cual se declara que rige la periodicidad, comenzando por el 1/11/2012 (fecha de inicio de la ficha de “verano”). Si el desplazamiento fuera nulo, la ficha comenzaría a valer a partir de noviembre, todos los años. Pero se indicó un desplazamiento de 1 mes, esto significa que comenzará a valer a partir de diciembre todos los años. Llegado mayo comenzará a valer la otra ficha “de invierno”, complementaria, que como se ve en la Fig.13, modifica la Potencia y disponibilidad de dicha importación.

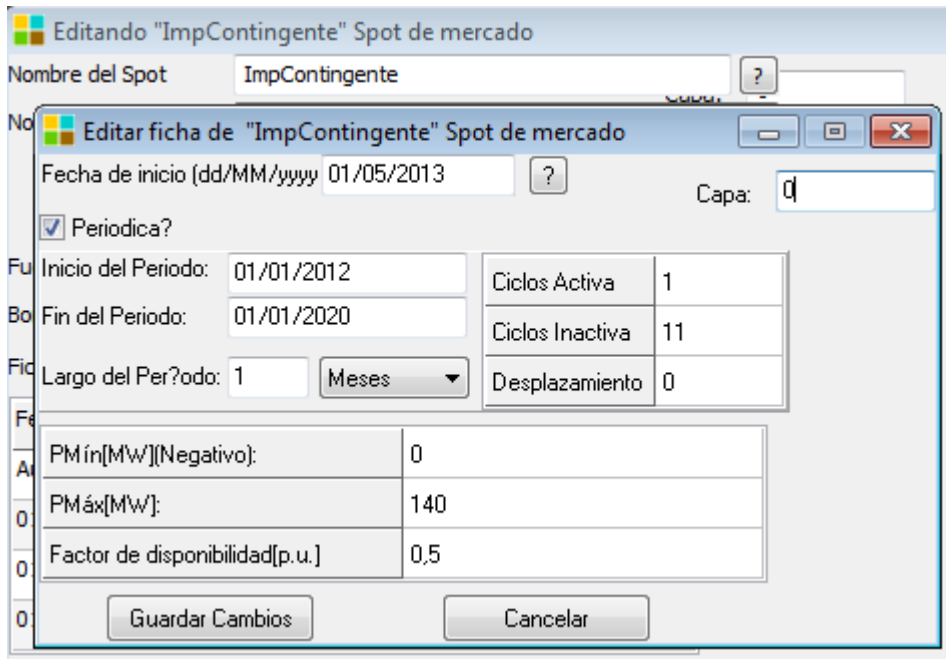


Fig. 13: Ficha de inicio de invierno para el ejemplo.

Si se supone que para el ejemplo el horizonte de análisis es determinado por la fecha de inicio de 27/4/2013 y fecha de finalización 1/1/2020 y que se trata de una Sala de paso semanal los dos trenes de fichas generados por ambas fichas periódicas y los respectivos filtros de horizonte y cadencia pueden en forma esquemática representarse como se muestra en la Fig.14. Como se puede apreciar en este ejemplo el “filtro de horizonte” de las fichas es más amplio que el horizonte de análisis por lo que las fichas efectivas quedan limitadas por el horizonte de análisis.

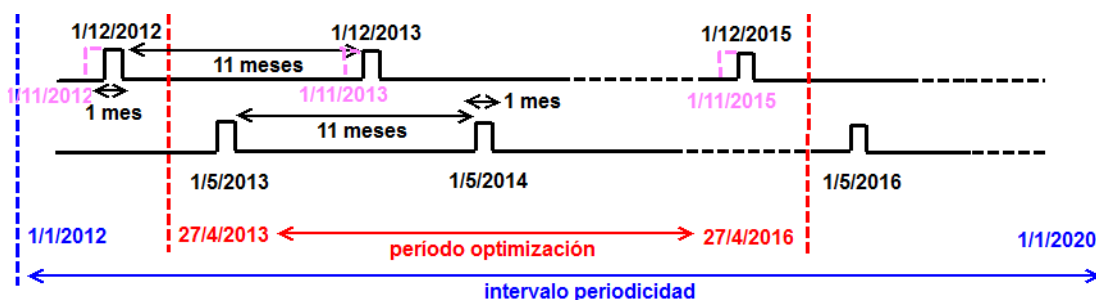


Fig. 14: Esquema de trenes de fichas generadas en el ejemplo.

Puede comprobarse como quedó configurada la periodicidad mediante el botón “Ver Expandida” que proporciona el editor del Actor. En la Fig.15 se puede apreciar el botón “Ver Expandida” y en una ventana sobrepuesta, resultado de haber apretado el botón, con el listado con el resumen de las fichas que resultarán efectivas de acuerdo a las definiciones dadas.

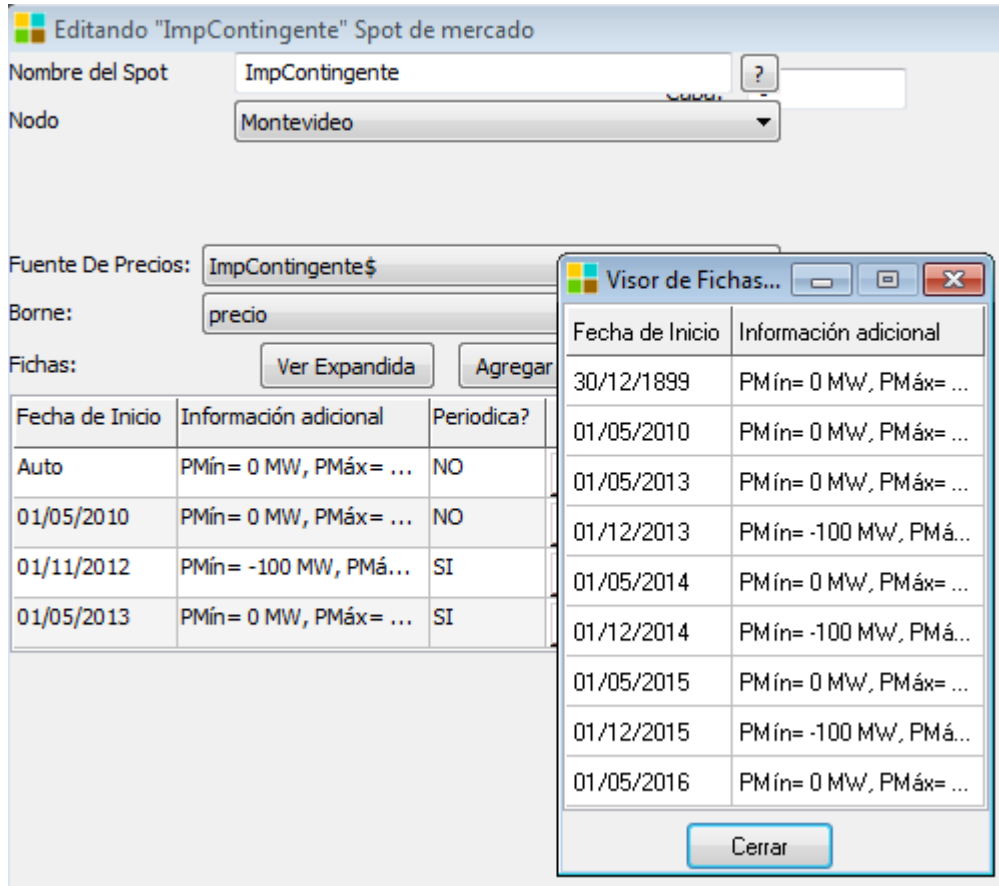


Fig. 15: Despliegue de las fichas expandidas por todas las fichas de un actor.

3.1.c.iii Ejemplo 3.

A modo de ejemplo, sea una central de generación compuesta por 2 unidades de iguales características que a partir del 1° de Enero de 2013 todos los años en el mes de Abril se saca de servicio 1 de las unidades por 30 días para realizar tareas de mantenimiento preventivo.

Para modelar esta rutina de mantenimiento se debe crear una primera ficha no periódica y con fecha de inicio el 01/01/2013 con 2 unidades disponibles, posteriormente se deben ingresar las rutinas de mantenimiento periódicas.

Para crear esta rutina de mantenimiento se deben crear 2 fichas periódicas. Una de ellas se debe activar todos los meses de Abril y saca de servicio una de las unidades. La otra ficha se debe activar todos los meses de Mayo reponiendo la unidad.

En la Fig.16 se muestra el “Editor de Unidades Disponibles” con las fichas correspondientes.

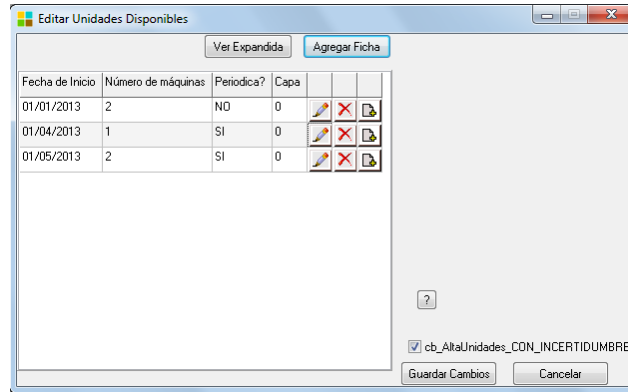


Fig. 16: Fichas de unidades del Ejemplo 3.

En la primera ficha (Fig.18) se especificó que el inicio de un período es el mes de Abril del año 2013, que el Largo del Período es 1 año, Ciclos Activa 1, Inactiva 0 y Desplazamiento 0.

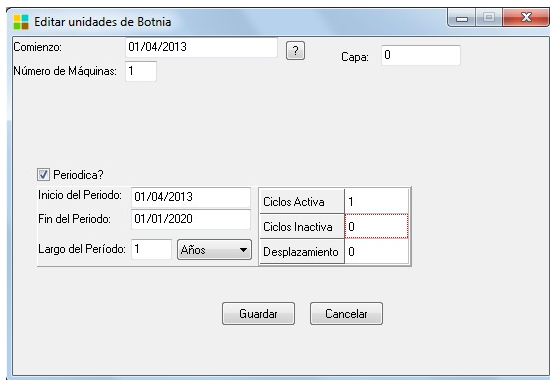


Fig. 18: Primer ficha periódica.

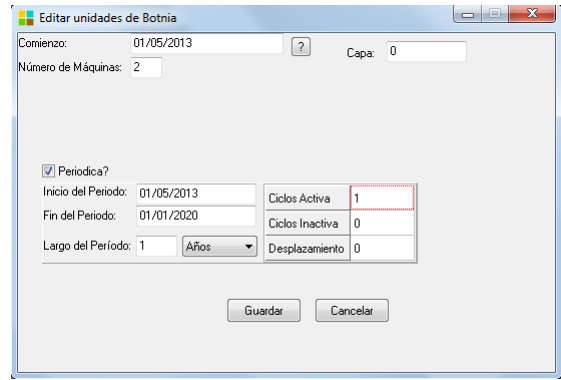


Fig. 17: Segunda ficha periódica.

En la segunda ficha (Fig.19) se indicó que la fecha de inicio del período es Mayo de 2013, el largo del período 1 año y la cantidad de ciclos activa 1.

De esta forma quedó creada la rutina de mantenimiento durante todo el período de interés.

Con el botón *Ver Expandida* se puede visualizar todas las fichas del período (Fig.19). Se observa claramente que todos los años en el mes de Abril sale de servicio una de las máquinas y en el mes de Mayo las 2 máquinas se encuentran disponibles.

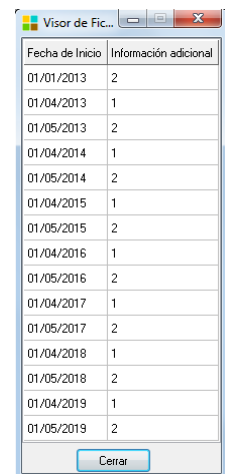


Fig. 19: Fichas expandidas.

3.2. Menú Principal del Editor de SimSEE.

Al hacer doble-click sobre el ícono de SimSEE ubicado en el Escritorio de su PC el usuario estará lanzando el programa “**SimSEEEedit.exe**” que es el Editor de salas para SimSEE. En la Fig.20 se muestra la pantalla inicial del Editor.

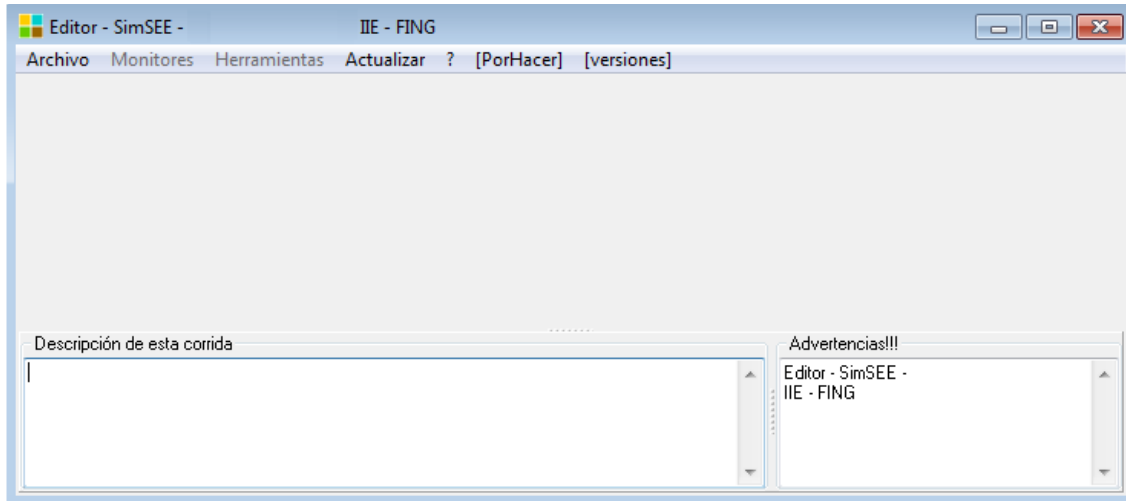


Fig. 20: Pantalla inicial del Editor.

En la parte superior se puede ver el **Menú Principal** de SimSEE con las siguientes opciones: “Archivo”, “Monitores”, “Herramientas”, “Actualizador”, “?”, “[PorHacer]” y “[versiones]”.

En la parte inferior izquierda se muestra una ventana con un espacio en blanco “**Descripción de esta corrida**”, que permite escribir allí los comentarios y aclaraciones que el usuario considere útiles, a efectos de documentar su corrida.

En la parte inferior derecha se muestra una ventana de “**Advertencias!!!**” donde se despliegan advertencias sobre posibles errores, en caso de presentarse éstos. Por ejemplo, cuando se cambia la versión de SimSEE, al abrir una Sala elaborada con alguna versión anterior, pueden aparecer mensajes de advertencia indicando los cambios realizados por el cambio de versión.

A continuación se describen las distintas opciones que presenta el **Menú Principal** de SimSEE.

3.2.a) Opción “Archivo”

Haciendo click sobre la opción “**Archivo**” del Menú Principal, se abrirá un submenú como se muestra en la Fig.21.

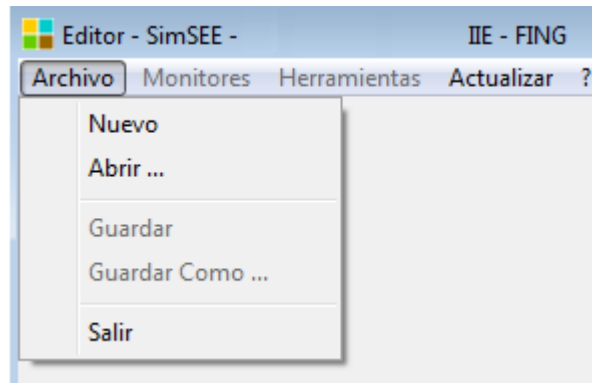


Fig. 21: Menú->Archivo.

Las acciones posibles a partir del sub-menú Archivo son las siguientes:

- **“Nuevo”**: permite crear un nuevo archivo de *Sala*, vacío sin Actores.
- **“Abrir...”**: para seleccionar y abrir un archivo de *Sala* previamente guardado.
- **“Guardar”**: para guardar en disco la *Sala* que se está editando.
- **“Guardar Como...”**: para guardar la *Sala* que se está editando con otro nombre.
- **“Salir”**: para salir del Editor de SimSEE.

Una vez abierto un archivo de Sala existente, o bien iniciada la creación de una nueva Sala vacía, se abrirá una pantalla con una serie de solapas, como se muestra en la Fig.22, que permiten editar los diferentes componentes de la Sala de Juego.

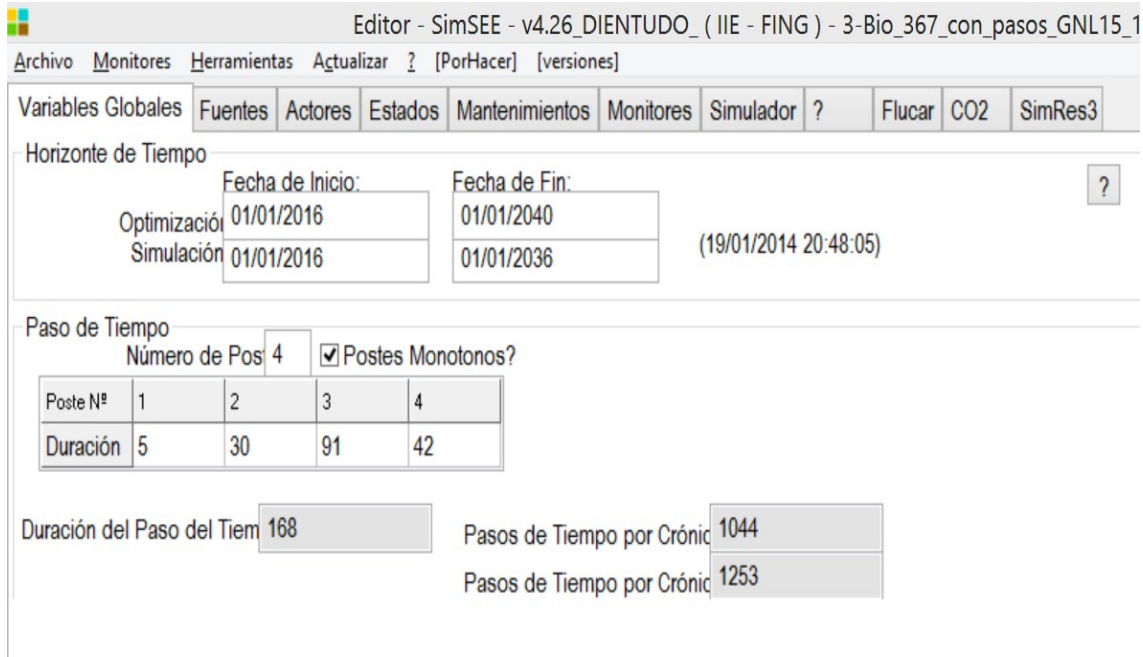


Fig. 22: Solapero principal del Editor.

El uso de cada solapa de la Fig.22 se describe más adelante en la sec.3.3.

3.2.b) Opción “Monitores”.

La opción “**Monitores**” solo se habilita una vez abierta una *Sala*.

Los monitores permiten seguir la evolución de variables durante la Simulación o durante la Optimización del sistema. El usuario debe seleccionar qué variables desea monitorear definiendo los Monitores correspondientes como se describe en la sec.3.3.f. Los monitores fueron pensados principalmente para el uso académico de SimSEE. Es raro que el usuario común necesite usar esta funcionalidad.

Los monitores se guardan en un archivo separado al de la Sala. La extensión del archivo de monitores es “.mon” por lo que es posible definir más de un conjunto de monitores para una misma corrida y decidir con qué juego de monitores quiere realizar la simulación al correr el simulador.

Haciendo click sobre la opción “**Monitores**” del Menú Principal, se abrirá un sub-menú como se muestra en la Fig.23.

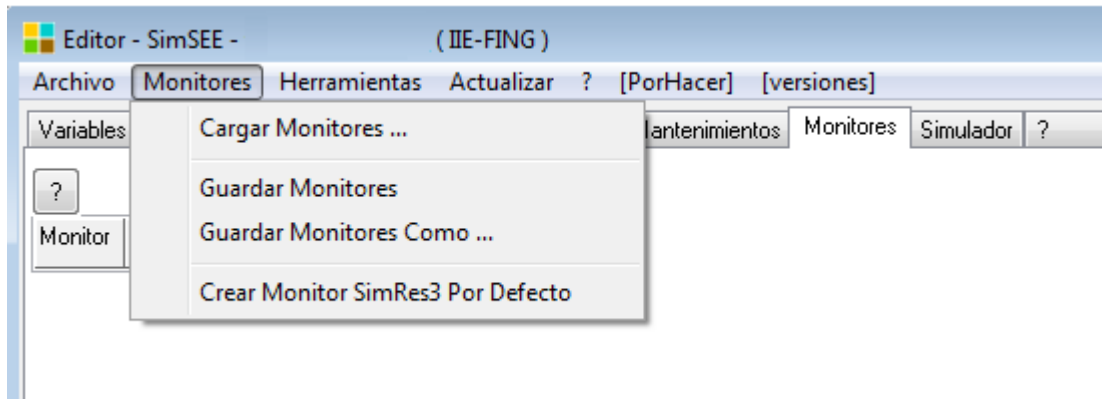


Fig. 23: Opciones del sub-menú Monitores.

El sub-menú Monitores permite realizar las siguientes acciones:

- **“Cargar Monitores”**: permite seleccionar y abrir un archivo de *Monitores* previamente guardado.
- **“Guardar Monitores”**: para guardar en disco el archivo de *Monitores* que se está utilizando.
- **“Guardar Monitores Como...”**: para guardar el archivo de *Monitores* que se está utilizando con otro nombre.
- **“Crear Monitor SimRes3 Por Defecto”**: crea un *Monitor* que por defecto con todas las variables publicadas. Este monitor no tiene en la actualidad un uso práctico y está previendo una modalidad de funcionamiento aún no implementada.

La opción **“Monitores”** se describe en más en detalle en el capítulo 3.3.f del presente Manual.

3.2.c) Opción **“Herramientas”**.

La opción **“Herramientas”** solo se habilita una vez abierta una *Sala*. Haciendo click sobre la opción **“Herramientas”** se abrirá un sub-menú como se muestra en la Fig.24.

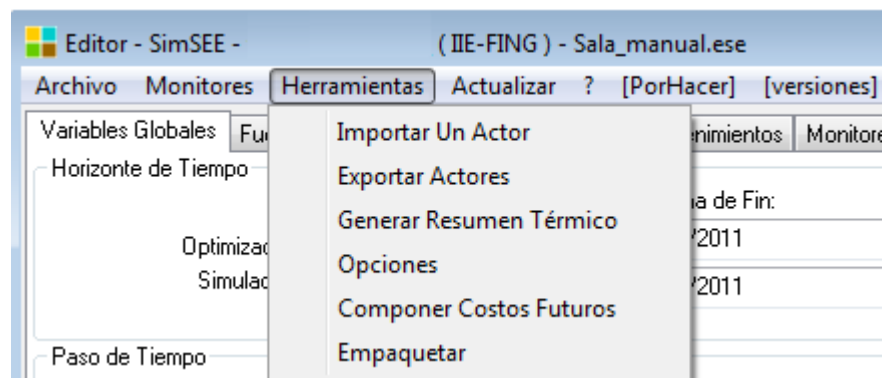


Fig. 24: Sub menú Herramientas.

Este sub-menú permite seleccionar la acción a realizar de acuerdo al detalle de las siguientes subsecciones.

3.2.c.i Importar Un Actor.

Permite importar a la *Sala* un *Actor* (archivo con extensión “.act”) previamente guardado con la opción “Exportar Actores” desde la carpeta *librerias* de SimSEE (por defecto en C:\simsee\librerias\). Esta misma acción se puede realizar desde la pantalla de edición de los *Actores* (solapa “Actores”).

3.2.c.ii Exportar Actores.

Permite seleccionar uno o varios *Actores* a ser exportados a la carpeta *librerias* de SimSEE. Esta misma acción se puede realizar desde la pantalla de edición de los *Actores* (solapa “Actores”).

3.2.c.iii Generar Resumen Térmico.

Genera una planilla Excel con un listado de la información relevante para los *Actores* correspondientes a las Centrales Generadores Térmicos presentes en la corrida: Potencia mínima (si se especifica) y máxima (MW) de cada unidad, costo variable a potencia mínima (si se especifica) y costo medio (de acuerdo a su despacho en la corrida) en USD/MWh, costo variable incremental de generar el siguiente MWh, factor de disponibilidad especificado para cada unidad (p.u.), costo de arranque y de parada (USD) (si se especifican), etc como se muestra en la Fig.25. Se trata de un resumen de sus parámetros iniciales, no teniendo en cuenta la evolución de los Generadores dada por las fichas de parámetros dinámicos. El mismo se guarda automáticamente en la carpeta C:\simsee\rundir\nombre_de_la_sala.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Nombre	PMin[MW]	PMax[MW]	CV_PMin[US	CV_Medio[U	CV_Increme	FDisp[p.u.]	Costo Arranque	Costo Parada	NUnidades	minNPasosC
2	Alur	-	5 -	-	0	0	0.4 -	-	-	-	-
3	Amp_Biomasa	-	0 -	-	0	0	0.6 -	-	-	-	-
4	Bioener	-	11.5 -	-	0	0	0.5 -	-	-	-	-
5	CB-5ta-FOP	-	77 -	-	121.4	121.4	0.84 -	-	-	-	-
6	CB-6ta-FOP	-	113 -	-	124.4	124.4	0.84 -	-	-	-	-
7	CTR	-	103.5 -	-	212.5	212.5	0.84 -	-	-	-	-
8	Ciclo_combinado	-	170 -	-	248.3	248.3	0.9 -	-	-	-	-
9	Fenirol	-	8.8 -	-	0	0	0.35 -	-	-	-	-
10	Galofer	-	12.5 -	-	0	0	0.5 -	-	-	-	-
11	Grupos_diesel	-	1 -	-	300	300	0.84 -	-	-	-	-
12	Las_Rosas	-	1.2 -	-	0	0	0.15 -	-	-	-	-
13	Liderdat	-	4.8 -	-	0	0	0.25 -	-	-	-	-
14	Montes_del_Plata	-	0 -	-	0	0	0.6 -	-	-	-	-
15	Motores	-	10 -	-	106.5	106.5	0 -	-	-	-	-

Fig. 25: Resumen de generadores térmicos.

3.2.c.iv Opciones.

Permite seleccionar el directorio de Librerías de Actores (por defecto en C:\simsee\librerias\), fechas de nacimiento y muerte automáticas en las fichas de los Actores, habilitar/deshabilitar el scrolling horizontal en los listados y guardar copia de archivos antes de salvar mediante el formulario que se muestra en la Fig.25.

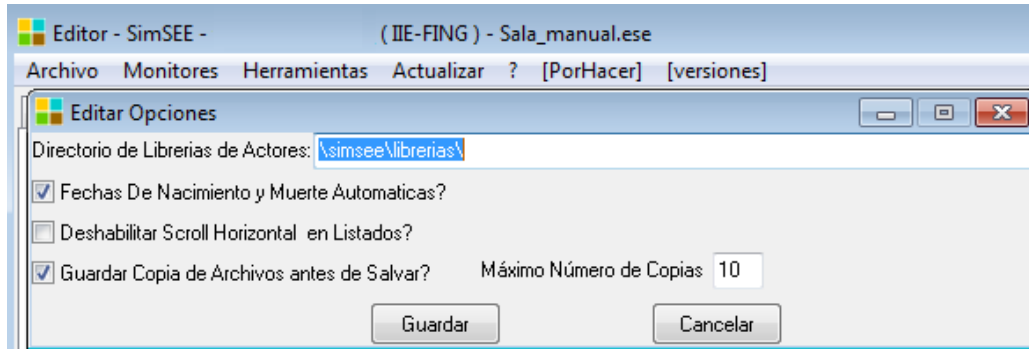


Fig. 26: Configuración de parámetros del Editor.

3.2.c.v Componer Costos Futuros.

Permite "pegar" varios costos futuros (CFs) en uno solo de modo de obtener una única política de operación a partir de varias. La herramienta fue ideada para obtener el CF ejecutado en una programación operativa de determinado lapso de duración, en caso de producirse re-programaciones durante el transcurso de la misma. Para obtener el CF ejecutado se aplica el CF original de la programación y luego, a partir de la fecha de una re-programación el CF de la re-programación. La Fig.27 muestra el formulario correspondiente. Mediante el botón "Agregar CF" se pueden seleccionar los distintos archivos de Costo Futuro (*CF.bin*) a componer. Una vez agregados, se visualizará su Fecha de Inicio y Fecha de Fin, así como un campo "Vale Desde" que se carga automáticamente con la Fecha de Inicio de cada archivo de CF e indica la fecha a partir de la cual el mismo se utilizará en el archivo de CF compuesto. En la parte inferior de la pantalla puede seleccionarse la Fecha de Inicio y Fecha de Fin que tendrá el archivo de CF compuesto. Por defecto se cargarán en forma automática con la mínima Fecha de Inicio y la máxima Fecha de Fin de los CFs a componer. El campo Horas del Paso (p.ej. semanal) se muestra solo a título informativo, y debe ser el mismo para todos los CFs a componer. Una vez ingresados todos los archivos CF que se desea componer, se hace click en el botón "Componer Costos Futuros", se elige el nombre y ubicación del archivo de destino y el sistema genera el nuevo CF.bin.

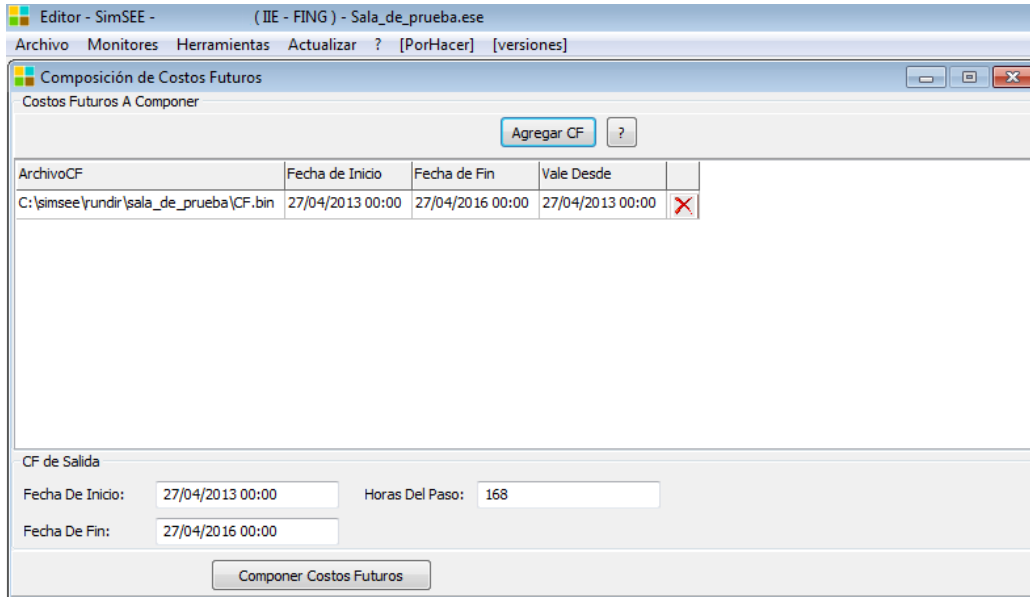


Fig. 27: Composición de Costos Futuros.

3.2.c.vi “Empaquetar”.

Creará un archivo comprimido (.zip) en la sub-carpeta en que se encuentra el archivo de la Sala y con el mismo nombre de ésta, conteniendo la sala (archivo .ese) y los archivos de demanda (.bin), sintetizadores (.txt) y plantilla SimRes3 (.sr3) que ésta usa, a los efectos que sea posible copiarla en otro PC en forma completa, con todos los archivos necesarios.

3.2.d) Opción “Actualizar”.

La opción “Actualizar” permite a los usuarios autorizados con permiso de Actualización subir corridas que podrán ser luego descargadas por otros usuarios con permiso de acceso. Esta opción se describe en detalle en anexo 7 “Actualizador de corridas” del presente Manual.

3.2.e) Opción “?” (Ayuda).

La opción “?” intenta abrir el navegador Web por defecto de su computadora con la ayuda en línea para el uso de SimSEE. Para que se despliegue la ayuda, debe tener un navegador configurado y acceso a Internet. En diferentes partes del Editor, donde aparece el símbolo de pregunta “?” al presionarlo se despliega la página de ayuda según el contexto en el que aparece el botón. La ayuda en línea es permanentemente mejorada gracias a la realimentación de los usuarios, por lo cual en caso de tener sugerencias sobre cómo mejorar una explicación no dude en escribir a “simsee@fing.edu.uy” para hacer su aporte.

3.2.f) Opción “[Por hacer]”.

La opción “[Por hacer]” describe diferentes bugs reportados por los usuarios y pendientes de análisis, así como propuestas de mejoras futuras.

3.2.g) Opción “[versiones]”.

La opción “[versiones]” describe brevemente las mejoras, correcciones e incorporaciones que se motivaron la aparición de las diferentes versiones de SimSEE. Para desplegar la información se intenta abrir el navegador por defecto instalado en su computadora y cargar la página desde el sitio web del IIE. La información es mantenida y actualizada con cada nueva versión.

3.3. Solapero Principal.

Al crear una nueva Sala o al abrir una existente, en el Editor de Salas, se despliega un solapero como el que se muestra en la Fig.28.

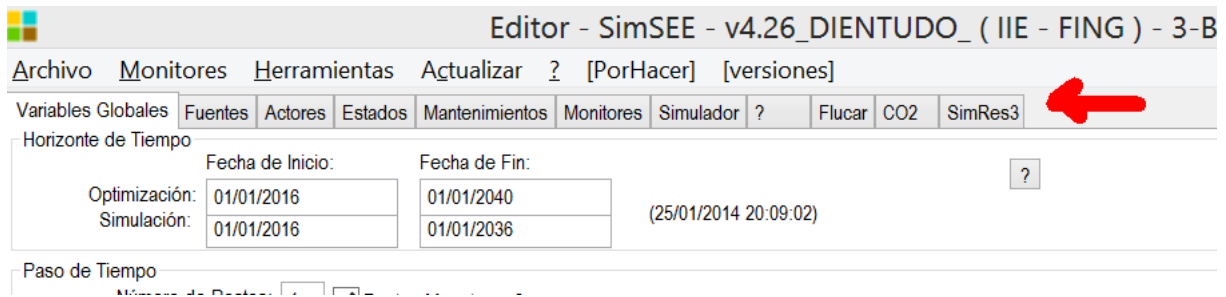


Fig. 28: Solapero principal del Editor de Salas SimSEE

El uso de toda estas solapas se describe en las siguientes secciones.

3.3.a) Solapa - Variables Globales.

En la solapa “**Variables Globales**” se definen los parámetros globales de la Optimización/Simulación. El ingreso de datos es como se muestra en la Fig.29. Las **Fechas de Inicio y Fin** permiten definir tanto del horizonte de tiempo de la **Optimización** como de la **Simulación**.

El horizonte de Simulación debe estar siempre contenido en el horizonte de Optimización, dado que es durante el proceso de Optimización que se determinará la política de Operación óptima de los recursos del sistema; política que será necesaria para poder llevar a cabo la Simulación.

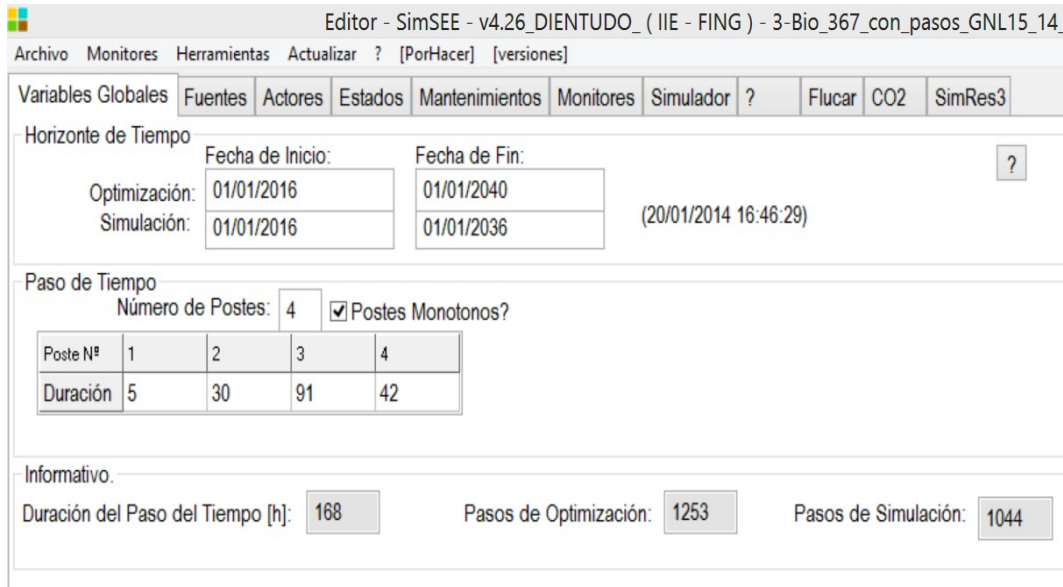
Se aconseja dejar un margen al final del horizonte de Optimización (esto es, que el mismo exceda el horizonte de Simulación) de forma de que los valores de la función de Costo Futuro (que se construyen desde el futuro hacia el presente, en la recursión del algoritmo de Programación Dinámica Estocástica) se hayan estabilizado en valores representativos independientes de la condición inicial del algoritmo. A dicho margen se le llama “horizonte de guarda”.

Cuán extenso debe ser el “horizonte de guarda” depende del sistema bajo simulación y en particular de las constantes de tiempo que involucradas. Otro factor que incide en la estabilización del la función de Costo Futuro es la tasa de descuento que se utilice (parámetro que se especifica en la solapa Simulador cap.3.3.g). Se aconseja utilizar tasas superiores a 8% anual.

La “**Fecha de Inicio**” es la fecha de comienzo del primer paso de tiempo.

La “**Fecha de Fin**” es la fecha de inicio del paso siguiente al último paso de tiempo considerado por la corrida.

Estrictamente, si se llama t_{ini} a la fecha de inicio t_{fin} a la fecha final y Δt a la duración del paso de tiempo, los pasos de tiempo quedarán identificados por el ordinal $k=1,2\dots N$ con el mayor N talque $(t_{ini}+(N-1)*\Delta t)<t_{fin}$.



Editor - SimSEE - v4.26_DIENTUDO_ (IIE - FING) - 3-Bio_367_con_pasos_GNL15_14.

Archivo Monitores Herramientas Actualizar ? [PorHacer] [versiones]

Variables Globales Fuentes Actores Estados Mantenimientos Monitores Simulador ? Flucar CO2 SimRes3

Horizonte de Tiempo

Fecha de Inicio: 01/01/2016 Fecha de Fin: 01/01/2040 ?

Optimización: 01/01/2016 Simulación: 01/01/2036 (20/01/2014 16:46:29)

Paso de Tiempo

Número de Postes: 4 Postes Monotonos?

Poste Nº	1	2	3	4
Duración	5	30	91	42

Informativo.

Duración del Paso del Tiempo [h]: 168 Pasos de Optimización: 1253 Pasos de Simulación: 1044

Fig. 29: Solapa Variables Globales.

En el panel “Paso de Tiempo” hay que especificar, la cantidad de Postes (o bandas horarias) en las que se dividirá el paso de tiempo (4 en el ejemplo de la Fig.29) y en la tabla de Duración de los postes especificar la duración en horas de cada uno de los postes.

En el panel “Informativo”, se despliega la duración resultante del Paso de tiempo (suma de las horas de los Postes) y la cantidad de pasos en que quedarán divididos el horizonte de Optimización y Simulación.

El casillero “**Postes Monótonos?**” indica si en la partición del paso de tiempo en postes, se desordenan las horas del paso o no. El uso más común es con el casillero marcado e implica que las horas del paso de tiempo serán ordenadas de acuerdo a la Monótona de Carga. La Monótona de Carga, se construye ordenando la potencia horaria de la Demanda (del primero de los Actores Demanda si hay más de uno) en forma decreciente creando así un nuevo orden de las horas en el paso de tiempo. De esa forma se crea un nuevo orden en las horas del paso de tiempo. En el nuevo orden las primeras horas son las del Poste 1 (horas de mayor demanda), las segundas del Poste 2 y así sucesivamente hasta llegar al último Poste (horas de menor demanda). Si se desmarca el casillero, no se desordenan las horas del paso simplemente el Poste 1 contendrá las primeras horas del paso (en el orden cronológico natural), el segundo las siguientes y así sucesivamente hasta completar el paso de tiempo con el último Poste. El uso desmarcado es para fines académicos por lo cual verifique siempre que el casillero “Postes Monótonos” esté marcado (salvo que esté haciendo algún análisis en que intencionalmente desee no marcarlo).

Si no se quiere utilizar el mecanismos de subdivisión del Paso de Tiempo en Postes basta con indicar que la cantidad de postes es 1 (uno) y hacer que ese único poste tenga la duración en horas que deba tener el Paso de Tiempo.

3.3.b) Solapa - Fuentes.

En la Solapa Fuentes, es posible agregar y editar las Fuentes de la Sala de Juego. Una Fuente, es un generador de valores que pueden ser utilizados por los Actores y por otras Fuentes. En la Fig.30 se muestra un ejemplo (para una Sala dada) del contenido de la solapa.

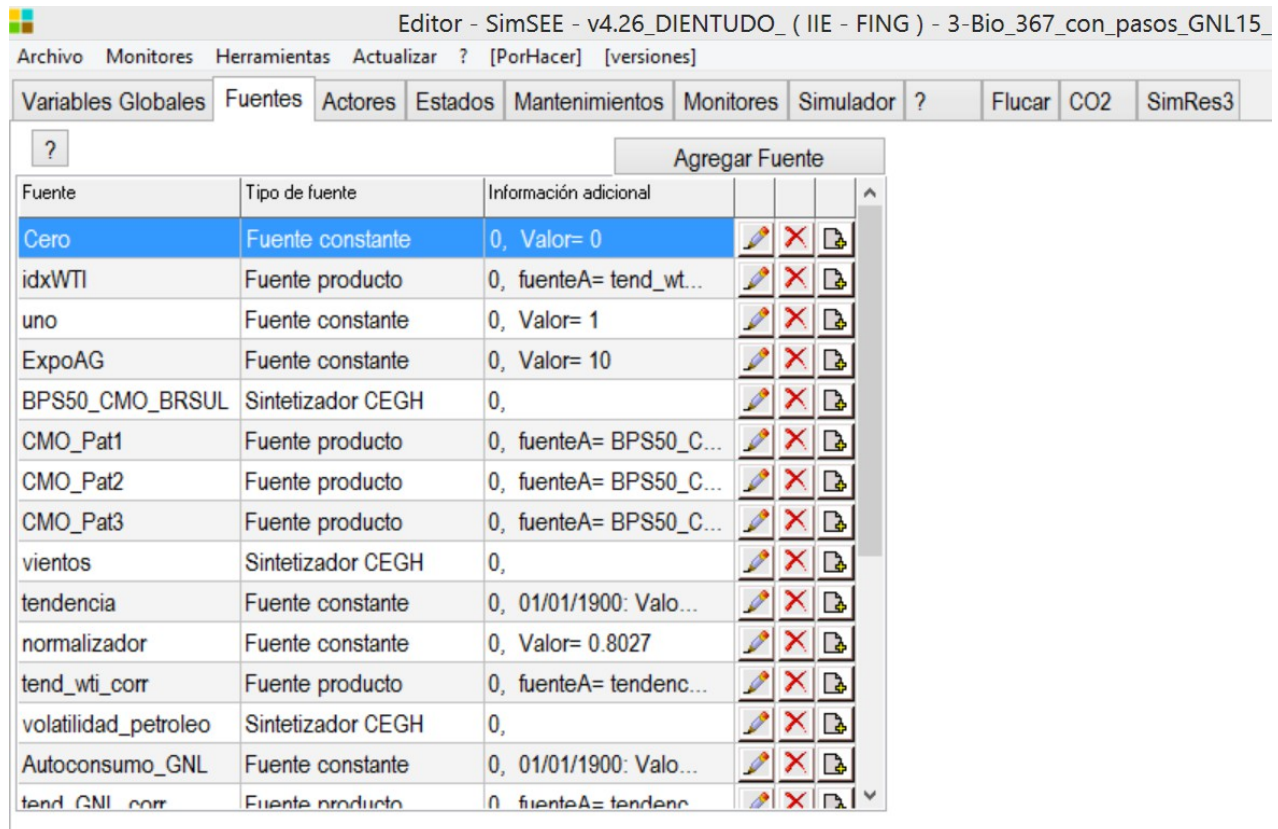





Fig. 30: Ejemplo del contenido de la solapa Fuentes.

Presionando el botón “Agregar Fuente” se despliega el formulario de la Fig.31 que permite seleccionar el tipo de fuente a agregar. Los diferentes modelos de fuentes se detallan en el TOMO II de esta misma serie de manuales.

Una vez seleccionada y configurada, la fuente es agregada al listado de fuentes que se muestra debajo del botón “Agregar Fuente” ver ejemplo de la Fig.31.

Para “editar” los parámetros de una fuente hay que presionar el lápiz  en el listado, para eliminarla la cruz  y para “clonarla” (hacer una copia gemela) el botón .

Si intenta eliminar una Fuente que esté en referenciada por un Actor u otra Fuente recibirá un mensaje de error. Deberá ir a la entidad que hace referencia a la fuente y eliminar la referencia para poder eliminar la Fuente.

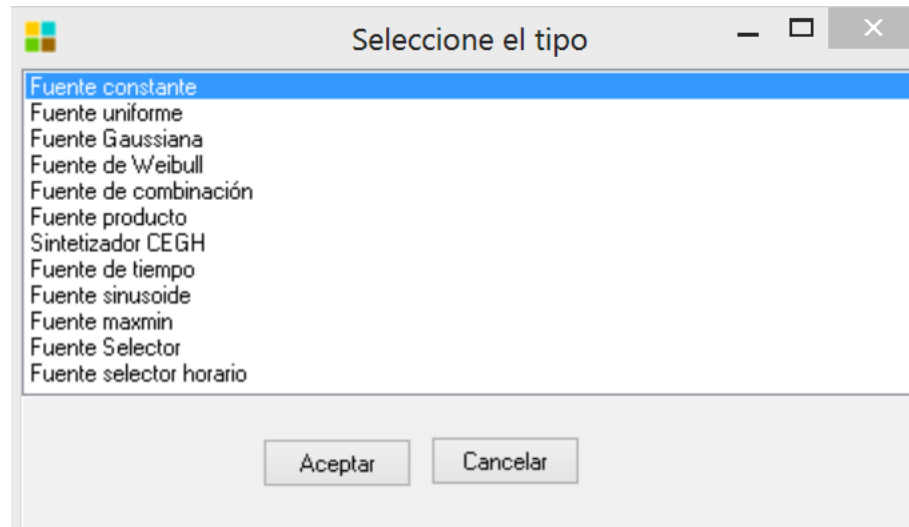


Fig. 31: Formulario selector de Fuente a agregar.

Un uso común de las fuentes es para modelar índices de crecimiento de precios para afectar por ejemplo los costos de generación de los actores que consumen un mismo tipo de combustible. Otro uso común es el modelado de los recursos que son inherentemente estocásticos como ser los caudales de aportes a las centrales hidroeléctricas o la velocidad de viento en los parques de generación eólica.

Como ejemplo de uso en un Actor, puede verse en la Fig.32 una ficha de parámetros dinámicos correspondiente a una central térmica (5ª Unidad de C.-Batlle), en la que se considera un costo variable para la misma de 215 USD/MWh y que se ha seleccionado en el mismo formulario, como “Índice de Precios de Combustibles” a la fuente “iFO” y su borne “combustible”.

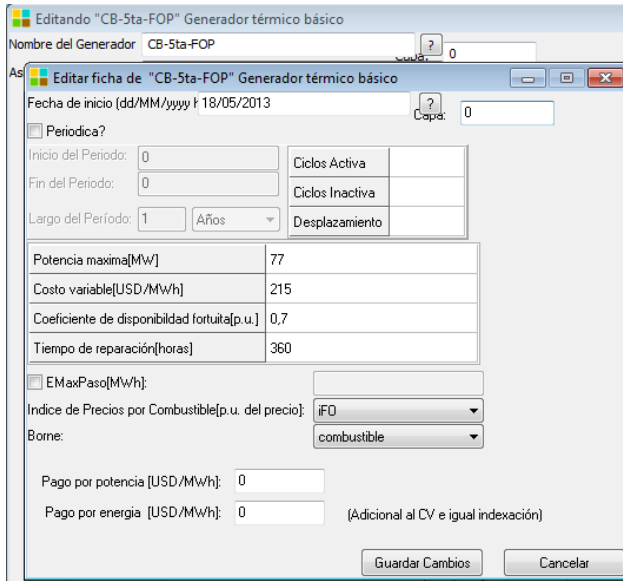


Fig. 32: Ejemplo de Actor usando una Fuente.

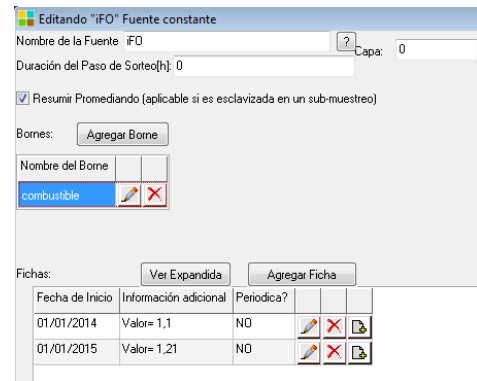


Fig. 33: Ejemplo de Fuente Constante.

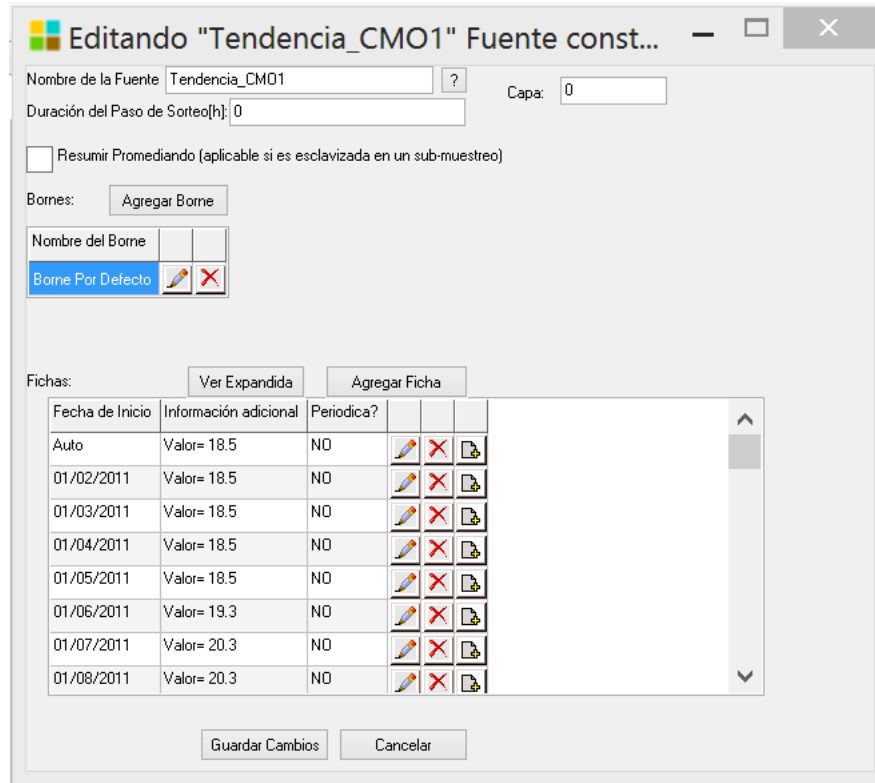
En la Fig.33 se muestran los parámetros de la Fuente “iFO” y como se puede apreciar, tiene dos fichas de parámetros dinámicos. La primera fija el valor 1.1 a su salida a partir del 01/01/2014 y la segunda fija el valor 1.2 a partir del 01/01/2015. En definitiva, este índice estará definido a partir del primero de enero de 2014 en 1.1 lo que implicará que el costo variable para el despacho de la central será $215 \times 1.1 = 236.5$ USD/MWh y tendrá otro incremento a partir del primero de enero de 2015 en que pasará a tener un costo variable de generación de $215 \times 1.21 = 260.15$ USD/MWh.

3.3.b.i Fuentes y bornes.

Las Fuentes que forman parte de la ponen a disposición en sus Bornes o salidas, distintos valores a efectos de ser utilizados por los Actores y por otras Fuentes dentro de la misma Sala. Para hacer uso de una fuente, en la Entidad (Actor o Fuente) que la utiliza se debe seleccionar la Fuente y el Borne de la Fuente al que se conectará la Entidad.

La mayoría de las Fuentes pone un único borne a disposición, pero hay algunas que ofrecen varios bornes. El ejemplo típico de Fuente multi-borne son las creadas del tipo “Sintetizador CEGH” cuando están representando un proceso estocásticos multi-variable como son los aportes hidráulicos a las represas. En estos casos dada la correlación entre las series no es posible modelarlas como Fuentes independientes y una única Fuente tiene que modelar el conjunto de variables cuyo proceso conjunto se quiere modelar.

Una Fuente consta de Parámetros Estáticos (aquellos que no varían durante el transcurso del tiempo) y Parámetros Dinámicos (aquellos que es posible especificar con variación temporal). La Fig.34 muestra el formulario típico de una fuente con sus parámetros estáticos y la lista de fichas con definición de parámetros dinámicos.



Nombre de la Fuente: Tendencia_CMO1 Capa: 0

Duración del Paso de Sorteo[h]: 0

Resumir Promediando (aplicable si es esclavizada en un sub-muestreo)

Bornes:

Nombre del Borne:

Fichas:

Fecha de Inicio	Información adicional	Periodica?	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
Auto	Valor= 18.5	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/02/2011	Valor= 18.5	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/03/2011	Valor= 18.5	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/04/2011	Valor= 18.5	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/05/2011	Valor= 18.5	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/06/2011	Valor= 19.3	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/07/2011	Valor= 20.3	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>
01/08/2011	Valor= 20.3	NO	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="✖"/>	<input type="button" value="📄"/>

Fig. 34: Formulario de parámetros estáticos comunes de las fuentes.

Los parámetros estáticos comunes a todas las fuente son el “Nombre”, la “Capa” , la “Duración del Paso de Sorteo [h]”, la casilla “Resumir promediando (si es esclavizada en un sub-muestreo)” y la lista de “Bornes”.

El **Nombre** es el identificador de la fuente. Este identificador será el que aparece en los listados de selección en los campos de formularios en los que sea posible seleccionar una fuente.

La **Capa** permite indicar la Capa de la Sala a la que pertenece la Fuente. Para más detalles ver la sec.1.2.b “Capas y Escenarios.” y la sec.3.3.g.iii “Escenarios.” de este mismo Manual.

La “**Duración del Paso del Sorteo [h]**” permite especificar la duración del paso de sorteo (en horas) para la fuente. Esta duración del paso de sorteo es la “natural” de la fuente entendiendo por tal aquella cadencia de generación de valores para la cual la fuente fue diseñada. A modo de ejemplo y para fijar ideas, si se construye una fuente para generar valores que representen los valores medios semanales de caudales de aportes a una central hidroeléctrica, la cadencia natural de esa fuente será semanal. Si esa fuente es usada en una sala con paso de tiempo mensual, estaría imponiendo un valor fijo durante todo el mes con la varianza de valores semanales lo cual no representa la realidad. Así mismo, si la fuente fuera utilizada en una sala horaria, estaría generando un valor por hora con la varianza semanal que tampoco es correcto. Para permitir el uso de fuentes con una cadencia natural diferente al paso de tiempo de la Sala, se utiliza el parámetro “Duración del Paso de Sorteo”. Si se introduce un valor 0 (Cero) se está indicando que la fuente no tienen una cadencia natural preferida y que se use como si su cadencia natural fuera coincidente con el paso de tiem-

po de la Sala (para Optimización/simulación). Si se especifica un valor distinto de Cero, entonces el comportamiento es el siguiente:

a) Si la Duración del Paso de Sorteo es superior a la duración del paso de la Sala (por ejemplo una fuente semanal en una sala horaria), la fuente será “esclavizada” en un mecanismo de “sobre-muestreo”. Este mecanismo es transparente para el usuario. En tiempo de ejecución, se crea otra fuente que suplanta a la original y la toma de “esclava”. La nueva fuente genera valores acordes con el paso de la Sala para lo cual le pide valores a la fuente esclavizada con la cadencia correspondiente a la “Duración del Paso de Sorteo” e interpola entre los valores obtenidos para generar los valores disponibles en sus bornes.

b) Si la Duración del Paso de Sorteo es inferior a la duración del paso de la Sala (por ejemplo una fuente horaria en una sala de paso semanal), la fuente será esclavizada en un mecanismo de “sub-muestreo”. Este mecanismo es transparente para el usuario. En tiempo de ejecución, se crea otra fuente que suplanta a la original y la toma de “esclava”. La nueva fuente genera valores acordes con el paso de tiempo de la Sala para lo cual le pide valores a la fuente esclavizada con la cadencia correspondiente a la “Duración del Paso de Sorteo” y resume el conjunto de valores recibidos en un valor para cada paso de tiempo de la Sala. Este resumen puede hacerse de dos formas y para ello interviene el casillero **“Resumir promediando (si es esclavizada en un submuestreo)”**. Si el casillero está marcado, los conjuntos de muestras recibidos de la fuente esclava son resumidos mediante un simple promedio. Si no está marcado el casillero, el conjunto de valores es resumido eligiendo uno de ellos cualesquiera al azar con igual probabilidad. Observar que ambas formas de resumir terminan dando el mismo valor esperado como resultado, la gran diferencia está en la varianza de los valores producidos. El método del promedio produce un filtrado numérico y por lo tanto reduce considerablemente la varianza. El método al azar da la máxima varianza. Esta alternativa se desarrollo para estimar el error cometido en la planificación de la expansión del sistema al considerar fuentes horarias de generación de energía eólica en salas de paso semanal (que es el paso utilizado en las salas de largo plazo para análisis de inversiones). En el caso de la eólica, es de esperar que el filtrado del propio sistema con el manejo de los embalses permita reducir la varianza “vista” del recurso, pero es obvio que en la medida en que aumente la cantidad de MW eólicos en el sistema ese filtro comenzará a no poder absorber todas las variaciones. Entonces lo que se hace es ejecutar las salas con “resumir promediando” marcado y desmarcado para tener una estimación el error que se puede estar cometiendo al asumir el promedio.

Además de los parámetros estáticos, las Fuentes tiene **Parámetros Dinámicos**. Cada tipo de fuente tiene un juego de parámetros específico de acuerdo a su modelo.

El conjunto de Fuentes disponibles en la versión v2.46 de SimSEE es el siguiente:

- Fuente Constante.
- Fuente Uniforme.
- Fuente Gaussiana.
- Fuente de Weibull.
- Fuente de Combinación.
- Fuente Producto.

- Sintetizador CEGH.
- Fuente de tiempo
- Fuente senoide
- Fuente maxmin
- Fuente Selector
- Fuente Selector horario

En el “Manual de referencia de las Fuentes – SimSEE”, Tomo II de esta serie de manuales se detallan el modelo y los parámetros de configuración para cada tipo de fuente.

3.3.c) Solapa - Actores

Los sistemas de energía eléctrica están compuestos por diferentes agentes (actores), que pueden entregar energía o consumir energía del sistema, por ejemplo las centrales de generación entregan energía al sistema, las interconexiones internacionales pueden entregar o consumir energía y las demandas son consumos de energía.

Además existen actores específicos que permiten modelar la red de interconexión eléctrica con sus pérdidas de energía y límites físicos de transporte. Estos actores son Nodos (centros de carga a los que se conectan los demás Actores) y Arcos (corredores de transporte de energía que unen los Nodos).

Si se selecciona en el Editor la solapa Actores, se habilitan las diferentes solapas de los grupos de actores que es posible crear y la solapa “?” donde se encuentra disponible la ayuda sobre la solapa “Actores”. Este solapero se puede apreciar en la Fig.35.

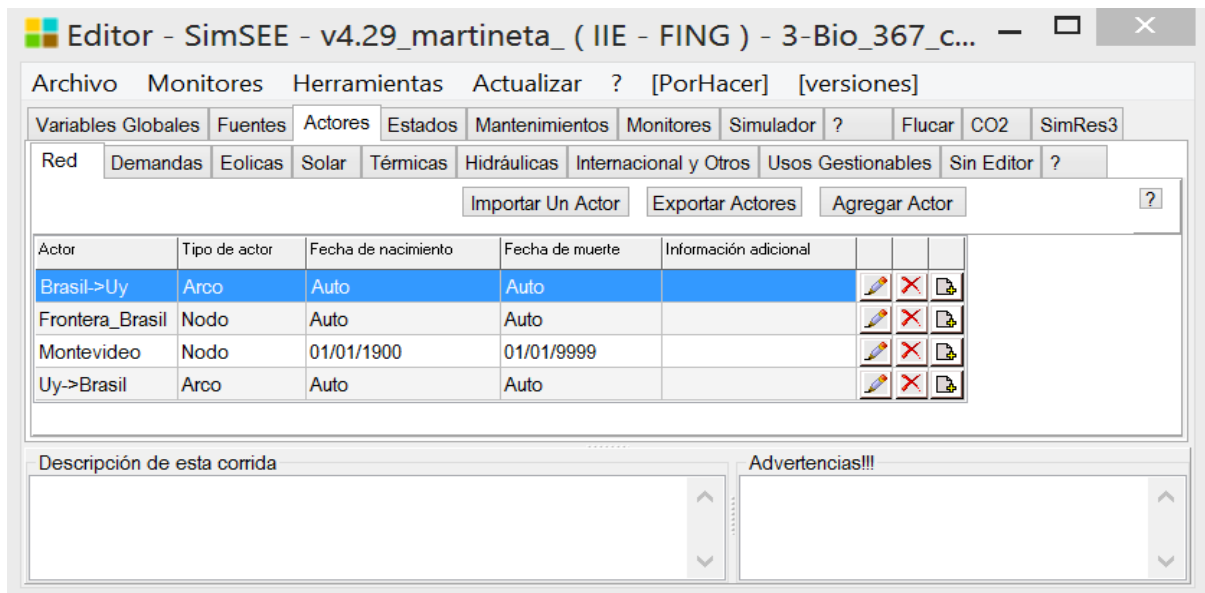





Fig. 35: Ejemplo del contenido de la solapa Actores.

Los Actores que pueden ser creados en SimSEE se clasifican en los siguientes grupos:

- Red
- Demandas
- Eólicas
- Solar
- Térmicas
- Hidráulicas
- Internacional y Otros
- Usos Gestionables
- Sin Editor

Los botones **Importar Un Actor** y **Exportar Actores** permiten importar Actores previamente Exportados o Exportar Actores. Son las mismas acciones accesibles desde el Menú Principal y que se describen en la sec.3.2.c Opción “Herramientas”.. El botón **Agregar Actor** permite agregar un nuevo Actor seleccionando entre los disponibles en la solapa activa como se describe más adelante en esta misma sección.

Debajo de los botones en la Fig.35 se despliega una tabla con el listado de los Actores definidos en la Sala que pertenecen al grupo de la solapa activa (“Red” en el ejemplo de la Fig.35). Los botones en el lado derecho de cada renglón del listado permiten “Editar” el actor (el lápiz ) , eliminarlo (la cruz ) y para clonarlo (el botón ) .

El botón **Agregar Actor** permite un nuevo Actor en la Sala. Se debe seleccionar la solapa correspondiente al tipo de Actor que se desea agregar y hacer un click en el botón Agregar Actor. Por ejemplo si se desea agregar un generador térmico, se debe seleccionar previamente la solapa Térmicas y posteriormente el botón Agregar Actor.

Al presionar el botón Agregar Actor, se abrirá un formulario de selección del tipo específico de Actor que creará entre los disponibles en la solapa activa. El contenido del listado de dicho formulario de selección depende de cuál de las solapas de Actores (Red, Demandas, Eólicas, Térmicas, Hidráulicas, Internacional y Otros, Usos Gestionables o Sin Editor) esté activa. En la Fig.36 se muestra el formulario de selección que se despliega en el caso de estar activa la solapa “Térmicas” dentro de la solapa Actores.

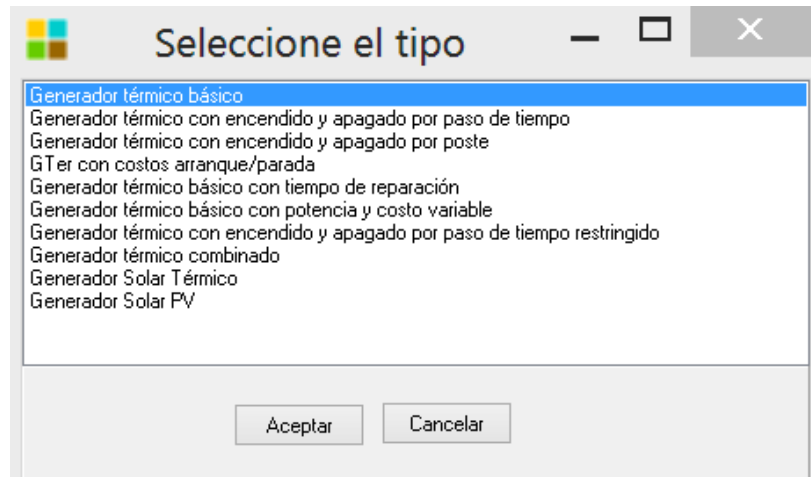
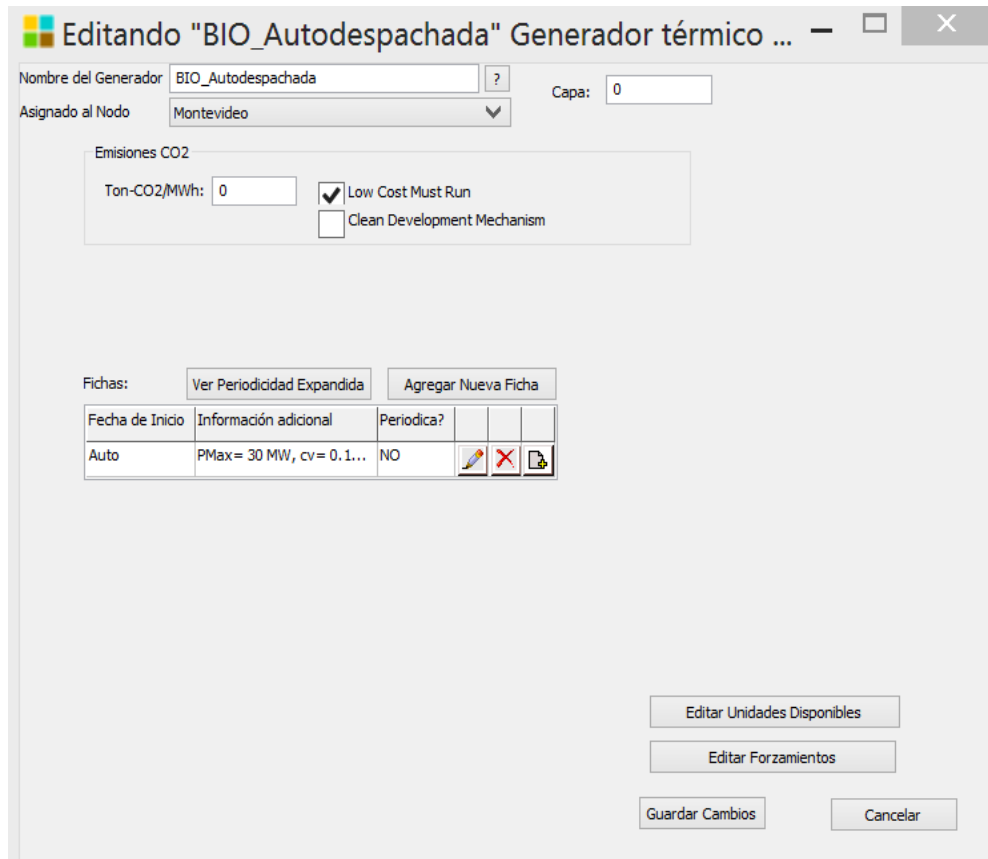


Fig. 36: Ejemplo de selector de tipo de Actor a crear.

Como se puede apreciar hay diferentes modelos (o tipos) de Centrales Térmicas. Una vez seleccionado (haciendo click sobre el que corresponda) presione el botón Aceptar. Se le abrirá un nuevo formulario específico del tipo de Actor seleccionado. A modo de ejemplo se muestra en la Fig.37 el formulario de Creación/Edición de un Actor sencillo (Generador Térmico Básico). Como se puede apreciar hay que especificar un “Nombre del Actor” y la Capa a la que pertenece. En este caso, por tratarse de un generador hay que seleccionar el Nodo al que estará conectado. El cuadro “Emisiones de CO2” es también específico de los generadores y permite especificar las toneladas de CO2 por MWh generado, si el generador es del tipo “Low Cost Must Run” y si participa a un programa del tipo Mecanismo de Desarrollo Limpio.



Nombre del Generador: ?

Asignado al Nodo: Capa:

Emisiones CO2

Ton-CO2/MWh: Low Cost Must Run Clean Development Mechanism

Fichas:

Fecha de Inicio	Información adicional	Periodica?		
Auto	PMax= 30 MW, cv= 0.1...	NO		

Fig. 37: Ejemplo de formulario de creación/edición de un Actor sencillo.

A continuación, se puede apreciar la tabla con las Fichas de Parámetros dinámicos. El botón “Ver Periodicidad Expandida” muestra en una ventana aparte el conjunto de fichas incluyendo las fichas no-explicitas que se generan por el efecto de las periodicidades que tengan definidas las fichas definidas explícitamente. El botón “Agregar Nueva Ficha” crea una nueva ficha y abre el formulario de edición de la misma. Los campos de la ficha de parámetros dinámicos es específica de cada tipo de Actor y se describen detalladamente en el Tomo III “Manual de referencia de la plataforma SimSEE TOMO III – Actores” de esta misma serie de manuales de usuario.

En la Fig.38 se muestra un ejemplo de formulario de edición de la ficha de parámetros dinámicos. En este caso se trata de un Actor Generador Térmico Básico. En líneas generales, como en toda ficha de parámetros dinámicos hay que especificar la fecha a partir de la cuál es válida, la Capa y la información sobre la periodicidad (ver sec. 1.2.c “Parámetros dinámicos.”) para más información. El resto de los parámetros es específico del tipo de Actor usado de ejemplo y se describen en el para cada Actor en el Tomo III como ya se mencionó.

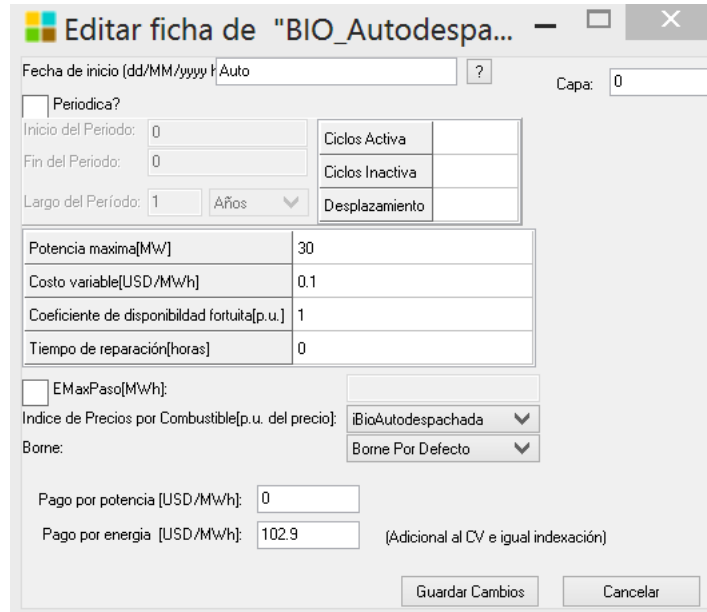


Fig. 38: Ejemplo de ficha de parámetros dinámicos de un Actor.




En la Fig.37 del lado inferior derecho aparecen los botones “Editar Unidades Disponibles” y “Forzamientos” que son comunes a todos los Actores.

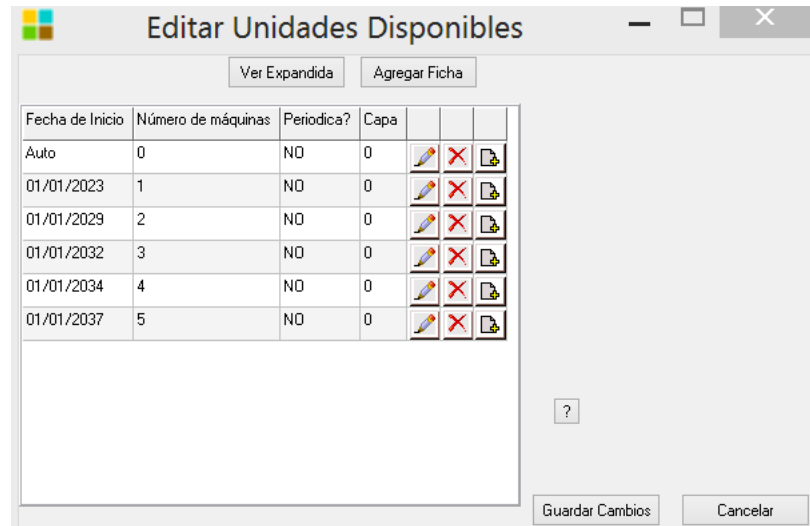
El botón “Editar Unidades Disponibles” permite indicar cuantas unidades (máquinas) disponibles idénticas tiene el Actor. Hay actores como los Ciclo Combinados que tienen más de un tipo de unidad (Turbinas de Gas y de Vapor) y en ese caso hay que especificar cuantas unidades de cada tipo tiene disponible.

El botón “Forzamientos” permite especificar despachos forzados para los generadores, esto es imponer un despacho aunque el óptimo económico indique otra operación. Un ejemplo de estas situaciones es cuando un generador debe entrar en operación para realizar un ensayo sin importar si en ese momento es o no despachado por la operación normal del sistema.

3.3.c.i **Editar Unidades Disponibles.**

Una vez creado el actor, se debe especificar la cantidad de Unidades disponibles durante el período de estudio. Para ello se cuenta con el botón **Editar Unidades Disponibles**. Al presionar ese botón, se abre un formulario como el de la Fig.39. Como se puede apreciar en este ejemplo, se muestra un listado que tiene en cada renglón un resumen de la ficha de unidades disponibles. El resumen indica la fecha, el número de máquinas, si la ficha es del tipo periódica o no y la capa a la que pertenece la ficha.

El botón “Agregar Ficha” sirve para agregar una nueva ficha al listado y los botones ,  y , a la derecha de cada ítem del listado sirven para Editar, Eliminar o Clonar el ítem asociado a la misma fila del botón.

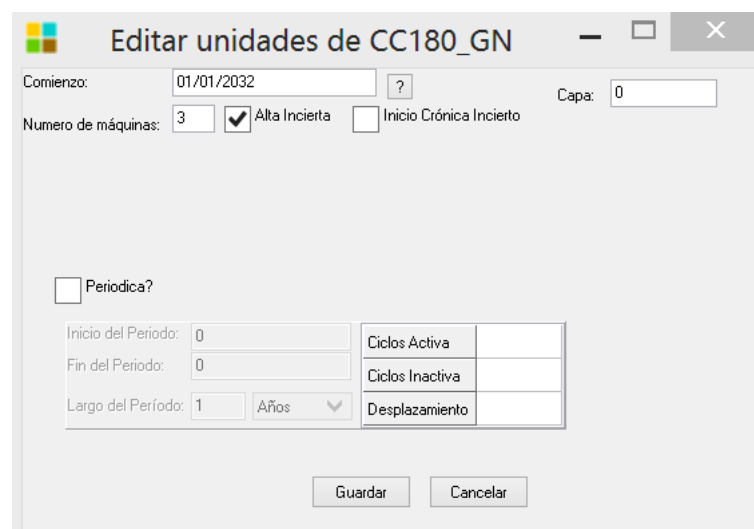


Fecha de Inicio	Número de máquinas	Periodica?	Capa			
Auto	0	NO	0			
01/01/2023	1	NO	0			
01/01/2029	2	NO	0			
01/01/2032	3	NO	0			
01/01/2034	4	NO	0			
01/01/2037	5	NO	0			

Fig. 39: Listado de fichas de unidades disponibles de un Actor.

En el ejemplo, el Actor tiene 0 (cero) unidades desde el origen de los tiempos hasta el 1/1/2023 en que pasa a tener una unidad. Continúa con una unidad hasta el 1/1/2029 en que pasa a tener dos unidades, el 1/1/2032 tres unidades, el 1/1/2034 4 unidades y el 1/1/2037 pasa a 5 unidades. El ejemplo corresponde a una expansión del sistema de generación y en este caso cada unidad representa un ciclo combinado de 180 MW. En este ejemplo, todas las fichas pertenecen a la Capa 0 y no son periódicas.

Al presionar el botón “Agregar Ficha” o el lápiz de alguna de las fichas existentes se abre el formulario de edición como el de la Fig.40. En este formulario se pueden apreciar los parámetros del resumen “Comienzo”, “Número de máquinas”, “Capa” y “Periódica?”. En el caso de marcar el casillero de periodicidad se habilitan el cuadro con los parámetros que definen la forma de la periodicidad.



Comienzo: 01/01/2032 ? Capa: 0

Numero de máquinas: 3 Alta Incierta Inicio Crónica Incierto

Periódica?

Inicio del Periodo: 0 Ciclos Activa

Fin del Periodo: 0 Ciclos Inactiva

Largo del Periodo: 1 Años Desplazamiento

Guardar Cancelar

Fig. 40: Ficha de unidades de generador simple.

Como se puede apreciar en la Fig.40 además de los parámetros ya mencionados están los casilleros “Alta Incierta” e “Inicio Crónica Incierto” opciones estas que se explican en las siguientes dos secciones.

3.3.c.ii Alta Incierta

Si se encuentra seleccionada la opción “Alta Incierta”, cuando se ingresan unidades que pueden ser nuevas unidades o unidades que estaban en período de mantenimiento, las mismas son agregadas al conjunto de unidades ROTAS. Esto significa que estarán realmente operativas de acuerdo a la probabilidad de reparación de las unidades definidas en la ficha de parámetros dinámicos del Actor. Dependiendo de los parámetros Factor de Disponibilidad y Tiempo Medio de Reparación, en forma aleatoria las unidades podrán entrar en servicio en forma inmediata o no con una distribución de atraso en la entrada efectiva acorde al Tiempo Medio de Reparación especificad.

En el caso en que esta opción no esté seleccionada, las unidades estarán disponibles en forma efectiva en la fecha de inicio establecida.

A modo de ejemplo, en la Fig.41 se muestra los resultados de una simulación de paso diario y 1000 crónicas de un generador de potencia media 100 MW con Factor de Disponibilidad =0.7 y Tiempo Medio de Reparación=360h.

Al inicio de la simulación el generador tiene una unidad disponible (ficha con fecha “auto” indicando 1 (una) unidad disponible) que sale de servicio para realizar una rutina de mantenimiento programado (1/2/2015 tiene una ficha indicando 0 (cero) unidad disponible). La unidad está un mes en mantenimiento programado y “vuelve” (una ficha el 1/3/2015 indicando 1 unidad disponible). Las dos curvas de la figura corresponden a la misma Sala simulada con “Alta Incierta” marcada (curva Roja) y sin marcar (curva Azul) en la ficha del 1/3/2015. Las curvas corresponden a la potencia esperada en el conjunto de las 1000 crónicas simuladas. Como se observa, del lado derecho, ambas curvas verifican el valor del Factor de Disponibilidad (0.7) especificado. Las diferencias están al momento de dar de alta la unidad. En el caso de la curva azul (Alta Incierta = FALSE) la máquina entra seguro y por eso tiene una potencia esperada del 100% valor que va decayendo hacia la probabilidad de estado estacionario. En el caso de la curva roja (Alta Incierta = TRUE) la máquina dada de alta estará efectivamente operativa en forma aleatoria con el modelo de Falla/Reparación en un tiempo medio igual al Tiempo Medio de Reparación especificado. Por esa razón, la potencia esperada parte desde 0 (cero) hacia el valor de estado estacionario correspondiente al factor de disponibilidad.

Como se puede observar en la figura efectos sobre la potencia esperada del parámetro “Alta Incierta”, ambas curvas son idénticas al inicio de la simulación y salen de servicio por mantenimiento en el mismo instante. La diferencia ocurre cuando se alcanza la fecha de nueva entrada en servicio preestablecida. En el caso en que *cb_AltaUnidades_CON_INCERTIDUMBRE* no está seleccionada (curva azul) la máquina tiene 100% de disponibilidad al momento de la fecha de salida del mantenimiento mientras que el caso en que está seleccionada esta opción (curva roja), presenta un comportamiento diferente asociado a la aleatoriedad en la disponibilidad efectiva de la potencia esperada

Efectos sobre la potencia esperada del parámetro AltaUnidades_CON_INCERTIDUMBRE.

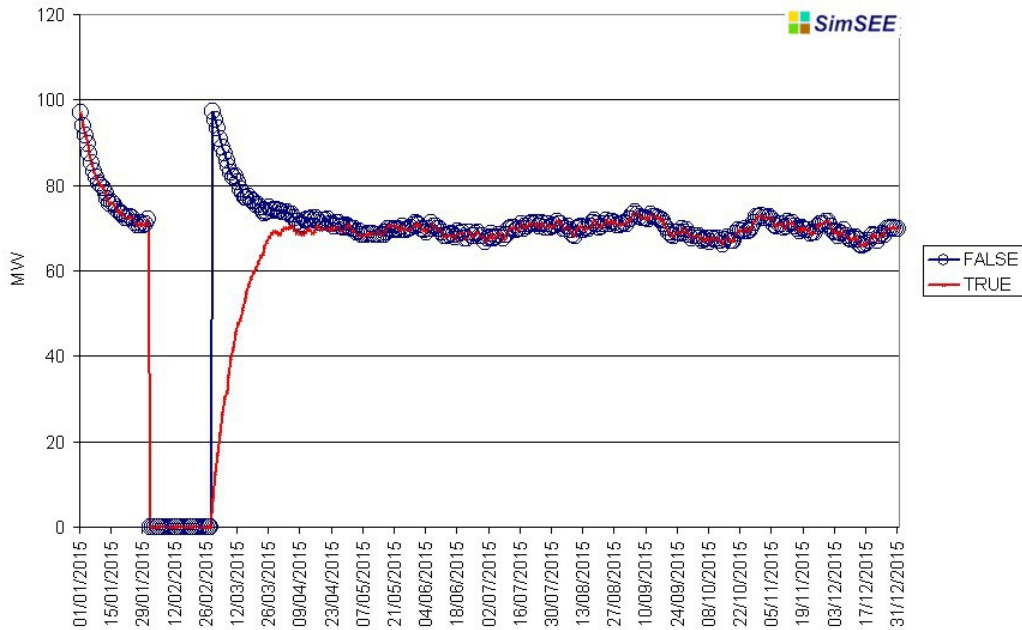


Fig. 41: Efectos del Alta Incierta sobre la Potencia Esperada.

3.3.c.iii Inicio Crónica Incierto.

Esta opción de las fichas de unidades (ver Fig.40) permite especificar el tratamiento de la disponibilidad de las unidades generadoras al inicio de cada crónica. El uso de esta opción puede ser diferente si el caso de estudio corresponde al análisis de corto plazo partiendo desde una situación actual bien conocida o si se trata de un estudio en un horizonte futuro donde la situación inicial (esto es al inicio del horizonte) es incierta.

Si el casillero “Inicio Crónica Incierto” está marcado, al inicio de cada crónica de simulación, en lugar de suponer que las unidades están efectivamente disponibles, se realizan sorteos y estarán disponibles acorde con el Factor de Disponibilidad que se haya especificado para ese generador.

En la Fig.42 se muestra el resultado de simulación de 1000 crónicas de una sala en la que hay dos generadores térmicos sencillos idénticos de 100 MW y una demanda de 200 MW. Los generadores tienen un Factor de Disponibilidad de 0.7 y un tiempo medio de reparación de 360 horas. Los generadores resulta despachados siempre que estén disponibles pues son los recursos más económicos en la simulación. La única diferencia es que en el generador 1 (G1 en la figura) se utilizó “Inicio Crónica Incierto” desmarcado (False) mientras que en generador 2 (G2 en la figura) se utilizó “Inicio Crónica Incierto” marcado (True).

La curva G1 (azul) es la que corresponde al generador a simular marcando “Inicio Crónica Incierto” y la curva G2 (rojo) es sin marcar “Inicio Crónica Incierto”. Como se puede apreciar, al inicio de la simulación (lado izquierdo de la figura) la curva azul comienza con un despacho casi del 100% y decae exponencialmente hacia el 70% correspondiente a la probabilidad de estado estaciona-

rio. La curva naranja comienza directamente con una potencia esperada de 70% correspondiente con la potencia de estado estacionario dado el factor de disponibilidad de 0.7.

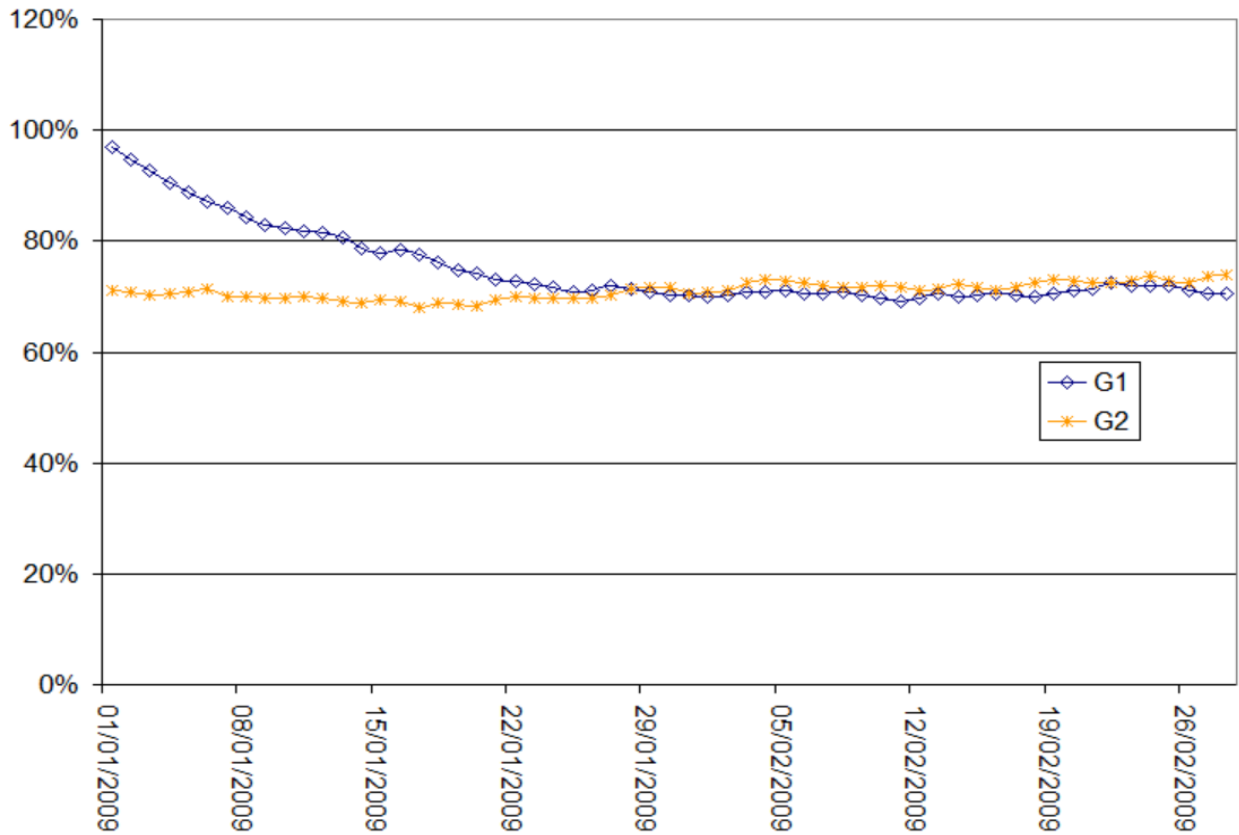


Fig. 42: Efecto de la opción "Inicio Crónica Incierto" sobre la potencia disponible.

La curva de G1 (azul) no parte del 100% pues lo que se conoce es que al inicio del primer paso de simulación la unidad estaba disponible, pero se realiza un sorteo (en el modelo de falla/reparación) y con la probabilidad de transición del estado Disponible al estado En Reparación la unidad no está disponible para el primer paso.

3.3.d) Solapa – Estados.

La solapa Estados permite especificar algunas características que involucran a la **función de Costo Futuro (CF)** y sobre el dominio de dicha función, es decir el **espacio de estados del sistema**.

En la Fig.43 se muestra el contenido de esta solapa.

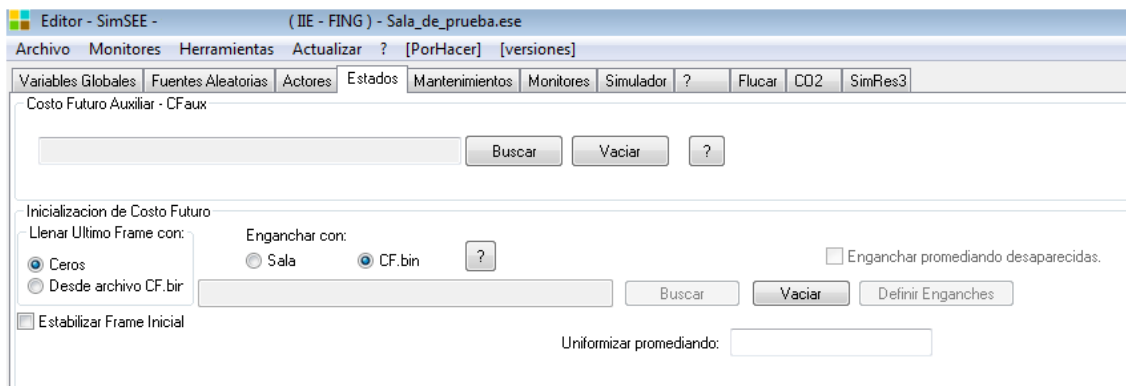


Fig. 43: Solapa Estados.

En el panel superior **“Costo Futuro Auxiliar- CFaux”** es posible definir una función CF auxiliar para la corrida (CFaux) seleccionando un archivo CF proveniente de la optimización de otra corrida. El mismo puede utilizarse durante la simulación del sistema a los efectos de dar una evaluación “auxiliar” del Costo Futuro de operación. Si bien la simulación se realiza siempre usando la función CF obtenida durante la optimización para decidir la operación óptima, la función CFaux se puede utilizar para analizar la evaluación del Costo Futuro que haría otro Operador utilizando una política de operación diferente (contenida en CFaux). Es una forma de poder comparar dos políticas de operación. Permite analizar cómo sería vista la operación del sistema por un Operador diferente, informando cual es el valor de $CFaux(X)$ para cada estado X por los que va evolucionando el sistema (X representa el estado del sistema resultante de la simulación paso a paso). Dicho valor es exportado en los archivos de resultados (ver Tomo IV SimRes3).

Como ejemplo, esta funcionalidad se utilizó para comparar una política de operación del sistema que incluya información del Niño 3.4 en la previsión de aportes, con otra que no considere dicha información. Para más detalle sobre este ejemplo de aplicación puede consultarse el trabajo de Chaer R., Terra R., Diaz A., Zorrilla J., “Considering the information of the Niño 3.4 index in the operation of the Electrical System of Uruguay”, 33° IAEE Rio de Janeiro 2010. <http://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2010/CTDZ10/CTDZ10.pdf>

El panel inferior **“Iniciación de Costo Futuro”** permite especificar la forma en que queremos inicializar los valores de la función CF al final del último paso de tiempo para comenzar el algoritmo de optimización dinámica estocástica que lleva al cálculo de CF en el los demás pasos de tiempo.

Las opciones son:

- **“Ceros”**: esto implica poner a cero el CF sobre todo el espacio de estado para el cuadro inicial del cálculo (el correspondiente al final del último paso de tiempo del horizonte de optimización). Es la opción que se utiliza por defecto cuando no se va a “engancha” la corrida con otra, esto es, los valores de costo futuro se comienzan a calcular desde cero, y no se toman valores iniciales provenientes de otra corrida.
- **“Desde archivo CF.bin”**: esto implica que la corrida actual “engancha” en otra corrida de más largo plazo cuya optimización ya fue realizada. En este caso hay que usar el botón “buscar” (a la derecha) para seleccionar el archivo CF.bin de la corrida de más largo plazo desde la que queremos inicializar el primer cuadro de la CF de la corrida actual. El encadenamiento de corridas es útil para poder ir agregando detalle al modelado en el corto plazo y poder realizar optimizaciones en un tiempo razonable.

El uso más común de esta opción es para realizar la valorización escalonada del agua de los embalses de las centrales hidroeléctricas. Por ejemplo, en el sistema uruguayo, las corridas que involucran horizontes superiores al año se realizan con paso de tiempo semanal y solamente se considera el embalse de la represa de Rincón del Bonete, por ser el único con capacidad de embalse de algunos meses. De esa forma se obtiene la valorización del agua del mayor embalse del País. Ese tipo de corrida es útil a los efectos de estudios de planificación. Para propósitos de la programación del despacho de corto plazo es necesario un modelado más detallado por lo que se realizan otras corridas adicionales que consideran los embalses más chicos, cuya capacidad de embalse es de unas 2 semanas, que no tienen por tanto relevancia al considerar períodos plurianuales, pero sí adquieren relevancia cuando se analiza el mediano o corto plazo: puede realizarse una segunda corrida de mediano plazo (con un horizonte de simulación de algunos meses y de optimización de un año p.ej.) con paso diario que enganche en la previamente realizada para el largo plazo de paso semanal donde se agrega ahora la consideración del embalse de la represa de Palmar, y luego realizarse una tercer corrida más detallada para el corto plazo con paso horario (con horizonte de simulación de unas pocas semanas y de optimización de unos meses) que se enganche a su vez con la corrida de mediano plazo de paso diario y donde se agrega el embalse de la represa de Salto Grande. Alternativamente puede realizarse una única corrida para el mediano/corto plazo que considere ambos embalses chicos simultáneamente (Salto y Palmar) y que enganche directamente con la corrida de largo plazo. En cualquiera de los casos permite reducir tiempo de cálculo sin perder precisión, permitiendo “refinamientos sucesivos” según el horizonte de tiempo que se desee observar.

Para realizar el enganche de las funciones CF provenientes de distintas corridas, SimSEE identifica la fecha del fin del último paso de la corrida y se interpolan los valores en la función CF de la corrida a la que se engancha la actual. Esto resuelve el enganche temporal, no importando si los pasos de tiempo son diferentes, basta solo que **la fecha de fin del último paso** de tiempo del horizonte de optimización de la corrida actual **esté comprendida en el horizonte de tiempo de optimización** de la corrida a la que la estamos enganchando. También se interpola en las variables

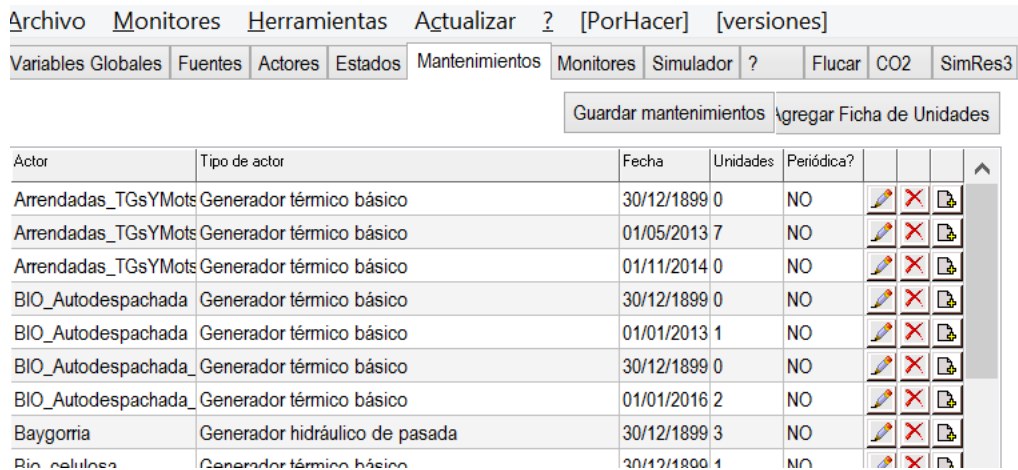
de estado por lo cual no es necesario que las discretizaciones de las diferentes variables coincidan en ambas corridas. Al estar enganchando una corrida con otra puede darse el caso de que los espacios de estado sean diferentes (de hecho ese es el caso del ejemplo antes comentado). Puede ocurrir que en la corrida actual existan nuevas variables de estado (volumen del embalse agregado, en el ejemplo mencionado). En ese caso no existe información del comportamiento de CF sobre esa dimensión del estado en la corrida a la que estamos enganchando la actual, pues en esa corrida no existía esa dimensión del estado del sistema. Para inicializar el CF en el primer cuadro de cálculo sobre las nuevas dimensiones que se agregan al espacio de estado lo que se hace es suponer que la derivada del CF respecto de esa dirección es cero (esto significa asignar un costo nulo al uso de la variable de estado). Otro caso que se puede dar es que en la nueva corrida desaparezca una variable de estado de la corrida a la que nos enganchamos. En ese caso hay que decidir qué valor se le fija en el CF de la corrida a la que nos enganchamos a esa variable de estado. Para ello está el botón **“Definir Enganches”**. Por defecto los enganches se definen con el punto medio de los intervalos de las variables de estado, pero usando este botón es posible cambiar el valor. Un ejemplo de uso de esto puede ser la consideración de la aleatoriedad del precio del petróleo. En corridas de largo plazo no es posible considerar el precio del barril de petróleo como una constante y puede ser relevante entonces considerarlo como una fuente aleatoria con estado (modelo CEGH). Pero al ir a la corrida semanal, con paso horario no tiene sentido mantenerla como una variable de estado y bien podemos suponer que conocemos su valor: en este caso habría que usar el botón “definir enganches” para fijar el valor del precio del barril de petróleo al valor que estimamos podemos considerar razonable para la semana considerada.

Por último, abajo a la izquierda en la Fig.43 se tiene un casillero **“Estabilizar Frame Inicial”**. Si se marca este casillero el algoritmo de programación dinámica estocástica se corre varias veces sobre el último paso de tiempo tratando de estabilizar la función CF. El procedimiento consiste en calcular el valor de CF al inicio del último paso de tiempo del horizonte de optimización a partir del valor de CF al final de dicho paso de tiempo, luego copiar el valor obtenido sobre los valores de inicio de cálculo y así repetidas veces hasta que se logre estabilizar las derivadas de CF respecto de las diferentes direcciones del estado. Este procedimiento es alternativo a definir un horizonte de optimización más amplio que el de simulación para dejar un “tiempo de guarda” para que el algoritmo se estabilice. Como el resultado es aproximadamente el mismo es preferible optar por dejar el “tiempo de guarda” y dejar desmarcado este casillero, ya que de esa forma en el archivo de salida de la optimización se registrarán todos los valores de CF, comenzando por el cuadro de inicio del cálculo e incluyendo el tramo de guarda. Esto permite visualizar mejor el transitorio de estabilización. Si se opta por marcar el casillero y usar así la estabilización del primer cuadro de cálculo se pierde la posibilidad de inspeccionar el transitorio en el archivo de salida de la optimización. Por otra parte si se utilizan años de guarda, es necesario reali-

zar las proyecciones de futuro pertinentes para el sistema (p.ej. demanda, generación disponible, etc.) que abarquen dicho horizonte “ampliado”.

3.3.e) Solapa – Mantenimientos.

Esta solapa muestra en un solo listado todas las fichas de unidades de los Generadores y Mercados presentes en la Sala. En la Fig.44 se muestra un ejemplo de la visualización del listado de unidades.



Actor	Tipo de actor	Fecha	Unidades	Periódica?			
Arrendadas_TGsymots	Generador térmico básico	30/12/1899	0	NO			
Arrendadas_TGsymots	Generador térmico básico	01/05/2013	7	NO			
Arrendadas_TGsymots	Generador térmico básico	01/11/2014	0	NO			
BIO_Autodespachada	Generador térmico básico	30/12/1899	0	NO			
BIO_Autodespachada	Generador térmico básico	01/01/2013	1	NO			
BIO_Autodespachada	Generador térmico básico	30/12/1899	0	NO			
BIO_Autodespachada	Generador térmico básico	01/01/2016	2	NO			
Baygorria	Generador hidráulico de pasada	30/12/1899	3	NO			
Bio_celulas	Generador térmico básico	30/12/1899	1	NO			

Fig. 44: Solapa mantenimientos.

Como se puede apreciar, se muestra el nombre del Actor, el tipo de Actor, la Fecha de la ficha, la cantidad de unidades y si la ficha es periódica o no.

3.3.f) Solapa - Monitores.

En SimSEE se encuentra implementado un *REGISTRO DE VARIABLES*.

Los Actores, Fuentes y la propia Sala registran las variables que pueden ser monitoreadas durante el desarrollo de una simulación. Por ejemplo, un generador térmico puede declarar la potencia generada, el costo variable de generación, etc.

Los monitores son entidades artificiales introducidas en la *Sala de Juegos* a efectos de poder visualizar el comportamiento de variables de interés durante el período de simulación. Los mismos reaccionan frente a eventos (en los que capturan datos).

Cuando se agrega un monitor, se le debe asignar un nombre y seleccionar el actor y la variable del actor que se desea observar.

Los monitores son guardados en un archivo separado al de descripción de la sala con la extensión *.mon* y pueden ser usados en otras salas.

En la Fig.45 que se muestra a continuación se presentan los diferentes tipos de monitores que pueden ser creados.

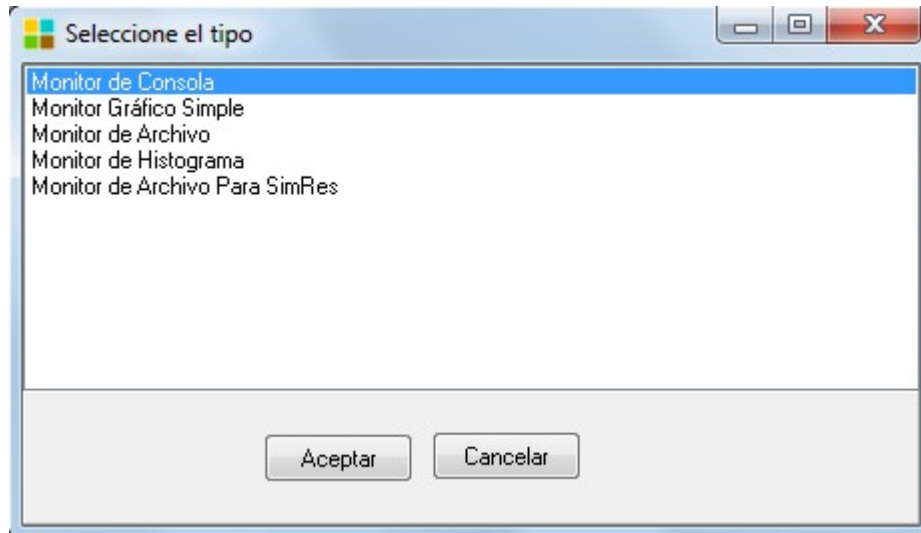


Fig. 45: Tipos de monitores.

Esto permite tener diferentes juegos de monitores para una misma simulación y elegir la “vista” que queremos tener de la misma.

Los eventos a los que pueden responder los monitores están agrupados en los eventos que suceden durante la etapa de Optimización y los que suceden durante la etapa de Simulación. El listado de eventos posibles son:

“Opt_Inicio”, se dispara al inicio de la Optimización.

“Opt_InicioCalculosEtapa”, se dispara al inicio de cada etapa de Optimización.

“Opt_InicioCronicaSorteos”, en cada etapa se barre el espacio de estado con cada crónica. Este evento se dispara al inicio de cada barrido.

“Opt_PrepararPaso_ps”, en el barrido del espacio de estado este evento se dispara al preparar a los Actores para resolver el paso de tiempo.

“Opt_FinCronicaSorteos”, se dispara al final de cada barrido del espacio de estado correspondiente a una crónica de sorteos en la resolución de una etapa.

“Opt_FinCalculosEstapa”, se dispara una vez finalizada la resolución de una etapa.

“Opt_Fin”, se dispara al final de la etapa de Optimización.

“Sim_Inicio”, se dispara una vez al inicio de una simulación.

“Sim_InicioCronica”, se dispara al inicio de cada crónica de simulación.

“Sim_InicioPaso” se dispara al inicio de cada paso de simulación.

“Sim_FinPaso” se dispara al final de cada paso de simulación.

“Sim_FinCronica” se dispara al final de cada crónica de simulación.

“Sim_Fin” se dispara al final de la simulación.

3.3.f.i.A Monitor de Consola

Este monitor permite seleccionar una variable de un actor y un evento. Cuando ocurre el evento asignado, imprime el valor que tiene la variable seleccionada en la salida estándar del simulador (consola de texto).

En la Fig.46 se presenta un ejemplo del editor del monitor consola.

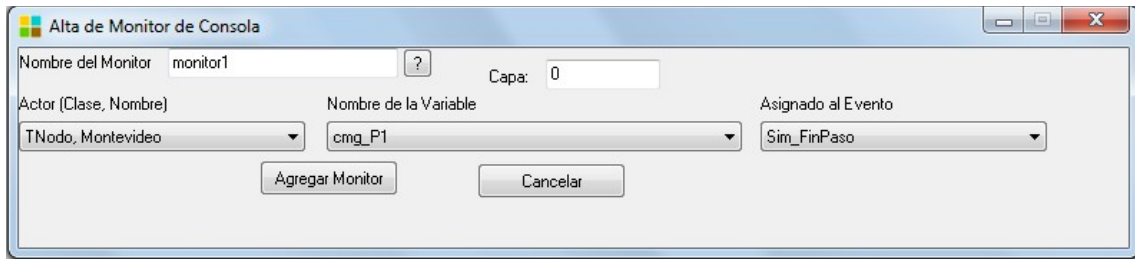


Fig. 46: Monitor Consola.

Los cuadros de selección permiten seleccionar el Actor, la Variable del actor que se desea monitorear y el evento en el que se quiere capturar su valor.

En este ejemplo se ha especificado que se imprima en consola, al final de cada paso de tiempo (evento “Sim_FinPaso”) durante la simulación el costo marginal en el poste 1 (variable “cmg_P1”) del nodo “Montevideo”.

En la Fig.47 se muestra parte de la impresión en la consola de texto producida por este monitor.

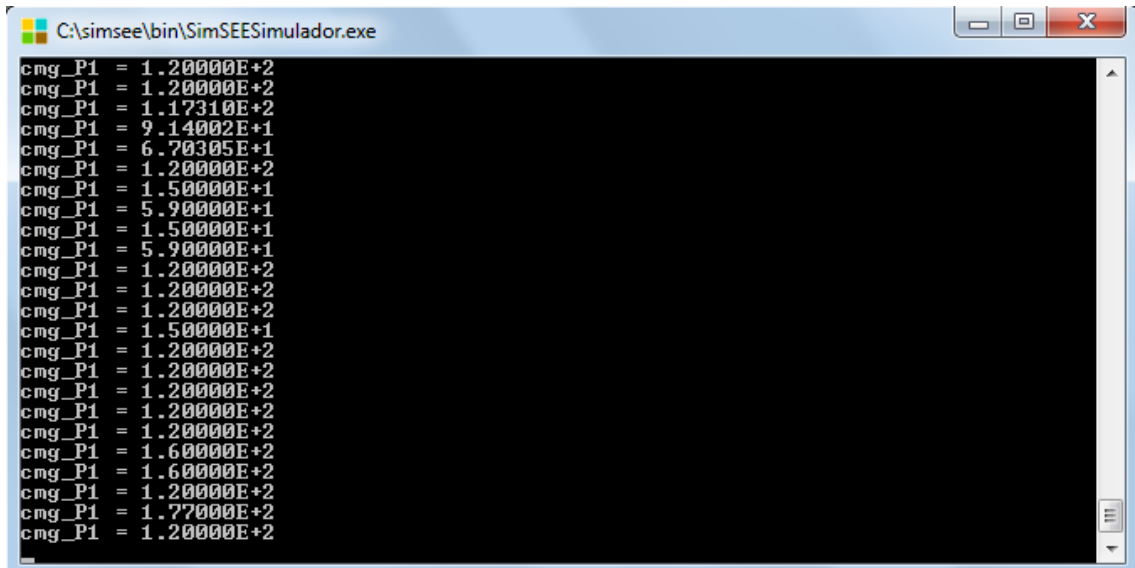


Fig. 47: Ejemplo de salida de monitor Consola.

3.3.f.i.B Monitor Gráfico Simple

Este monitor permite seleccionar varias variables de actores a ser graficadas en un mismo gráfico. Se debe seleccionar un evento para graficar los nuevos valores de las variables y otro evento para limpiar el gráfico.

Para facilitar la visualización de estos monitores, en la ventana del Simulador se cuenta con la posibilidad de frenar la simulación al final de cada paso, de cada año y/o de cada crónica. En la ventana *Tiempo de Pausa (ms)* se puede especificar el tiempo que debe permanecer en frenada la simulación. En el caso en que este tiempo sea cero, cuando se frena la simulación, se habilita el botón *Continuar*.

En la Fig.48 se presenta un ejemplo de monitor gráfico.

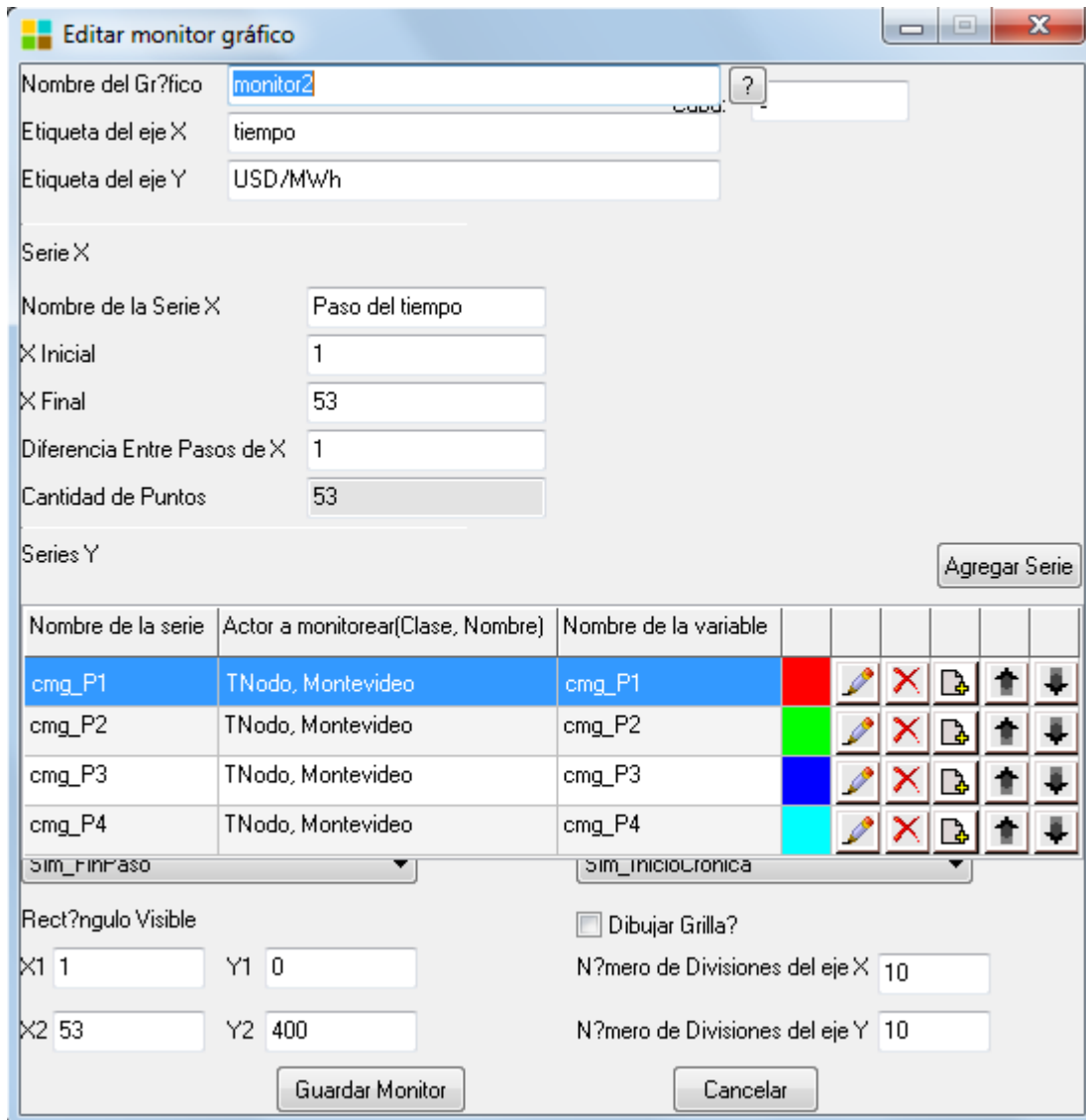


Fig. 48: Ejemplo de Monitor Gráfico.

Las Etiquetas del eje X y del eje Y son las correspondientes a los ejes horizontal y vertical respectivamente. Los datos de los casilleros X Inicial, X Final y Diferencia Entre Pasos X determinan la cantidad de puntos a representar en el gráfico para cada crónica simulada.

Las variables a monitoreas se agregan con el botón *Agregar Serie*, que permite seleccionar el Actor y la variable a monitorear, también se puede elegir el color del trazo.

El selector *Graficar Cada* permite seleccionar el evento en que se capturan los datos. Lo usual es seleccionar el evento *Sim_FinPaso* para que se agregue un punto al gráfico al final de cada paso de tiempo durante la Simulación.

El selector *Limpiar Cada* permite seleccionar un evento para borrar el gráfico. Lo usual es seleccionar evento *Sim_InicioCronica* para que limpie el gráfico al inicio de cada crónica.

La escala de visualización de los gráficos queda determinada por los datos que se ingresan en los campos X1, X2, Y1, Y2. Por defecto la escala del eje X está definida para cubrir el horizonte de tiempo de simulación. La escala del eje Y por defecto está definida entre 0 y 2000 pero debe ser ajusta al rango válido de acuerdo a las series agregadas para graficar.

En este ejemplo (Fig.48) se va a graficar el costo marginal del nodo Montevideo en el poste 1 (rojo), poste 2 (verde), poste 3 (azul) y poste 4 (celeste).

La Fig.49 corresponde al resultado de la simulación de una crónica.

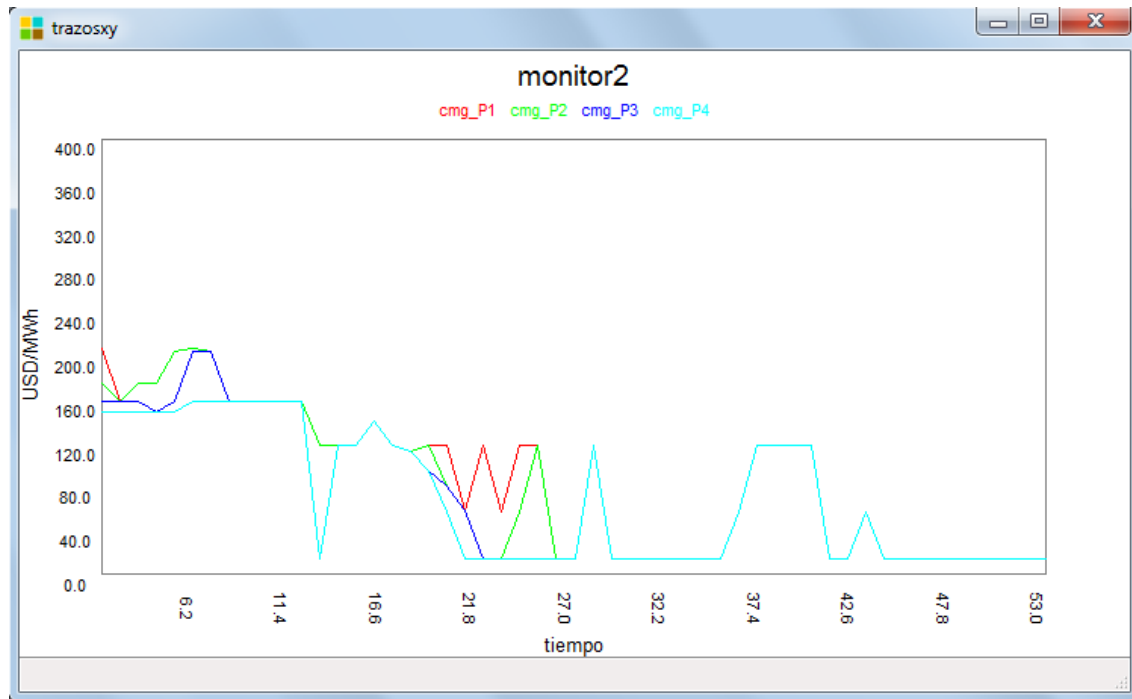


Fig. 49: Ejemplo de monitor gráfico. Simulación de una crónica.

3.3.f.i.C Monitor de Archivo

Es similar al gráfico, pero en lugar de mostrar las gráficas los valores son almacenados en un archivo de disco especificado. Este monitor puede resultar útil para obtener un archivo con los valores de interés al final de la simulación.

En la Fig.50 se presenta la ventana *Editor Monitor de Archivo* con un ejemplo.

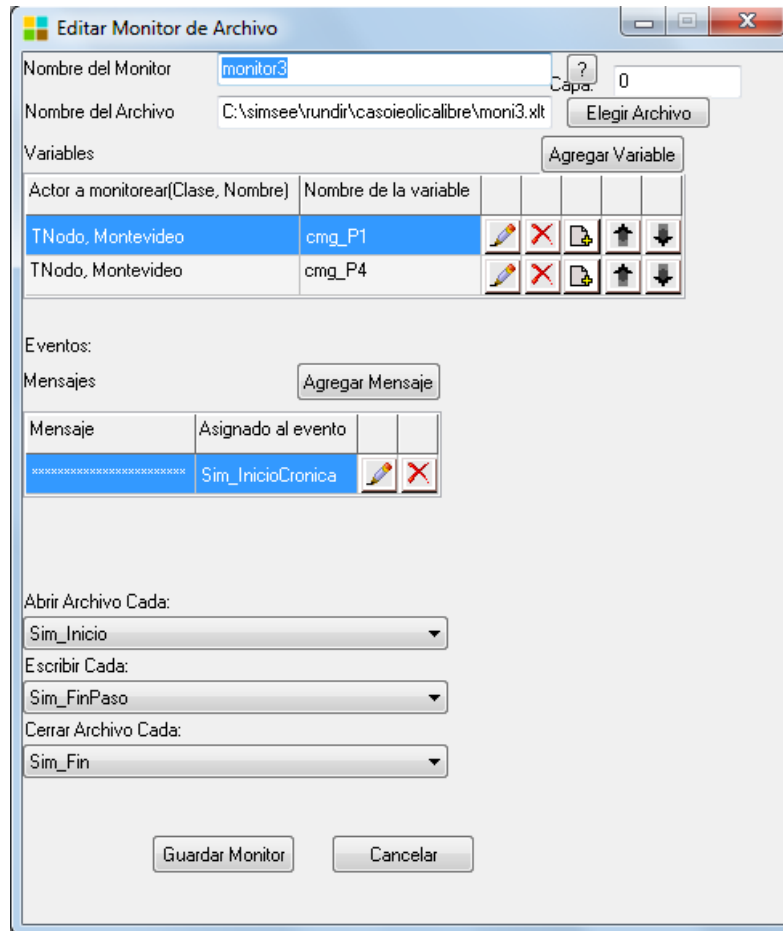


Fig. 50: Monitor de Archivo.

En el cuadro *Nombre del Archivo* se debe especificar el nombre del archivo (tipo .xlt) sobre el que se guardarán los resultados. Las variables que se desean guardar en el citado archivo se deben agregar usando el botón *Agregar Variable*.

El cuadro *Mensajes* permite agregar varios mensajes de texto asociados a un evento que son escritos en el archivo cuando ocurre el evento. El uso de estos mensajes es útil para que en el archivo queden separados en forma clara los eventos.

Los selectores *Abrir Archivo Cada*, *Escribir Cada* y *Cerrar Archivo Cada*, permiten especificar el evento para apertura del archivo, para captura de resultados y para cerrar el archivo respectivamente.

En las Figs.51 y 52, se presentan dos tramos de los resultados de este ejemplo.

	A	B
1	Montevideo	Montevideo
2	cmg_P1	cmg_P4
3	
4	2.08E+02	1.60E+02
5	1.77E+02	1.50E+02
6	1.77E+02	1.60E+02
7	1.77E+02	1.50E+02
8	2.08E+02	1.50E+02
9	1.60E+02	1.50E+02
10	2.10E+02	1.60E+02
11	2.09E+02	1.50E+02
12	1.77E+02	1.50E+02
13	1.60E+02	1.20E+02
14	1.20E+02	1.20E+02
15	1.60E+02	1.20E+02
16	1.60E+02	1.20E+02
17	1.93E+02	1.60E+02
18	1.77E+02	1.60E+02
19	1.88E+02	1.88E+02
20	1.96E+02	1.60E+02
21	1.60E+02	1.20E+02
22	1.60E+02	1.20E+02

Fig. 51: Ej. Salida Monitor de Archivo (1).

50	1.20E+02	1.20E+02
51	1.20E+02	1.20E+02
52	1.60E+02	1.20E+02
53	1.60E+02	1.20E+02
54	1.20E+02	1.20E+02
55	1.77E+02	1.20E+02
56	1.20E+02	1.20E+02
57	
58	2.08E+02	1.50E+02
59	1.60E+02	1.50E+02
60	1.60E+02	1.50E+02
61	1.60E+02	1.50E+02
62	1.60E+02	1.50E+02
63	1.60E+02	1.60E+02
64	1.60E+02	1.50E+02
65	1.60E+02	1.50E+02

Fig. 52: Ej. Salida Monitor de Archivo (2)

Las primeras filas del archivo (Fig.51) tienen los nombres de las variables, la siguiente fila el separador especificado en el cuadro *Mensaje* y a continuación los resultados guardados. En el segundo tramo (Fig.52) se muestra las últimas filas de variables de la primera crónica, el separador escrito al inicio de la segunda crónica y las primeras filas de variables de la segunda crónica.

3.3.f.i.D Monitor de Histograma

Con este tipo de monitor es posible contar la cantidad de veces que una variable toma valores en rangos especificados. Este monitor no produce una salida, sino que mantiene en memoria los valores del histograma y estas variables pueden ser capturadas por otros monitores. En la Fig.53 se muestra un ejemplo del formulario de configuración de un *Monitor de Histograma*.

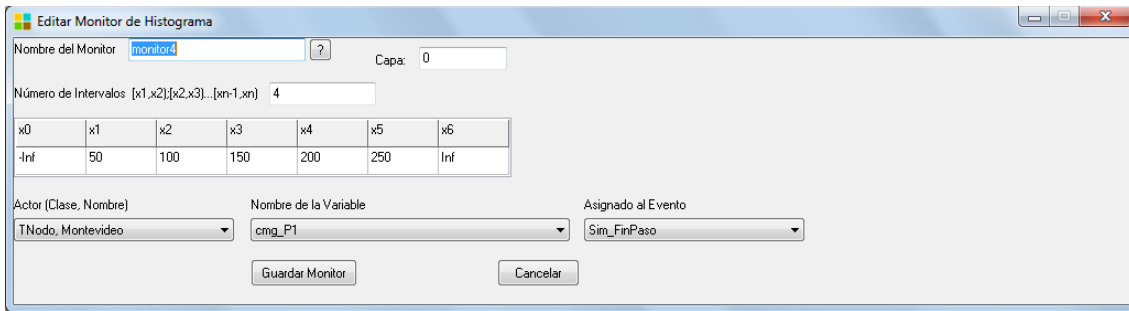


Fig. 53: Ejemplo de Monitor de Histograma.

En el campo *Número de Intervalos* indica la cantidad de intervalos en que se contabilizan las ocurrencias de los valores de la variable a monitorear.

Para definir los rangos se deben especificar los puntos x_1, x_2, \dots, x_n . El histograma llevará la cuenta de las ocurrencias inferiores al primer intervalo y mayores al último. En el ejemplo de la figura, se especificaron 4 intervalos. El histograma va a contabilizar las ocurrencias de la variable costo marginal del nodo Montevideo en el poste 1 (cmg_P1) en esos 4 intervalos y la de los intervalos inferiores a x_1 (intervalo entre x_0 y x_1) y superiores a x_5 (intervalo entre x_5 y x_6). Para guardar los resultados de este tipo de histograma es necesario crear un monitor adicional (de archivo por ejemplo) que capture los valores del histograma y los guarde en disco. La siguiente Fig.54 muestra un fragmento de la captura realizada por un monitor de archivo sobre el histograma de ejemplo.

monitor4	monitor4	monitor4	monitor4	monitor4	monitor4
Histograma[1]	Histograma[2]	Histograma[3]	Histograma[4]	Histograma[5]	Histograma[6]
xxxxxxxxxxxxxxxxxx- xxxx					
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0
0	0	0	2	1	0
0	0	0	3	1	0
0	0	0	3	2	0
0	0	0	4	2	0
0	0	0	4	3	0
0	0	0	4	4	0

Fig. 54: Ejemplo de resultados de Monitor de Histograma capturado con un Monitor de Archivo

3.3.f.i.E Monitor de Archivo para SimRes3

Este monitor permite seleccionar un conjunto de variables para su monitoreo y escritura en un archivo. El formato del archivo generado es el necesario para su lectura con el procesador de resultados crónicos SimRes3.

En la Fig.55 muestra un ejemplo del formulario de configuración de un *Monitor de Archivo para SimRes3*.

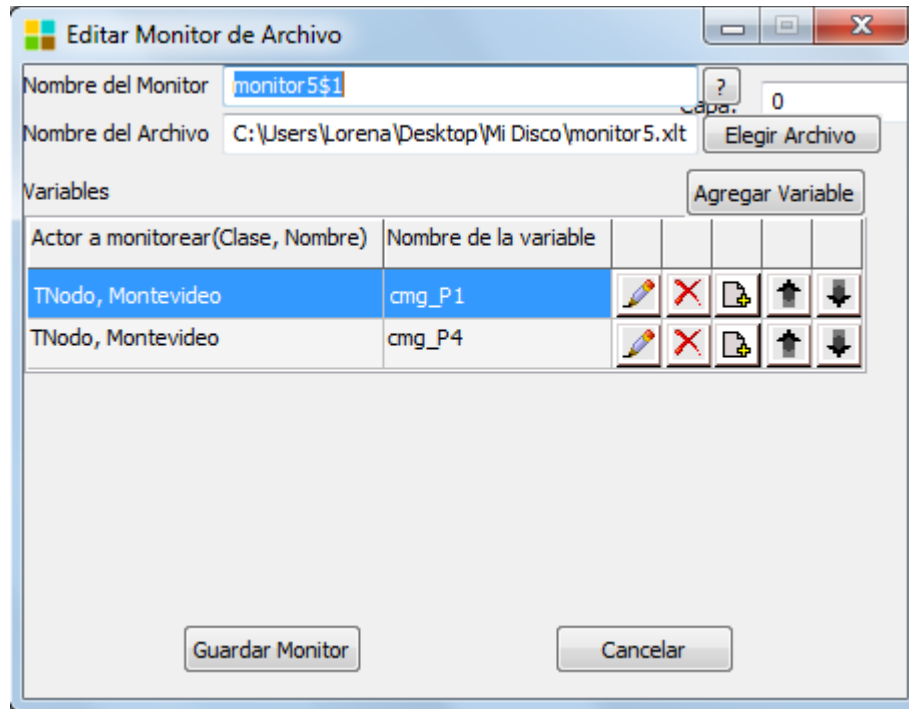


Fig. 55: Ejemplo de Monitor de Archivo para SimRes3

En el cuadro *Nombre del Archivo* se debe especificar el nombre del archivo (tipo .xlt) sobre el que se guardarán los resultados. Las variables que se desean guardar en el citado archivo se deben agregar usando el botón *Agregar Variable*.

Se genera un archivo que puede ser posteriormente interpretado por el procesador de resultados crónicos SimRes3. Por este motivo, este monitor se denomina *Monitor de Archivo para SimRes*.

Este monitor fue creado como una forma de tener un archivo de resultados solamente con las variables de interés para el SimRes3 y evitar así tener que manejar el archivo con “casi todas las variables” que se describe en sec.4.5.b. Hay dos razones para tener que usar un monitor de *Archivo para SimRes* una es el obtener archivos de menor tamaño que el generado por defecto (el descrito en la sec.4.5.b) y la segunda es que hay variables exportadas por los *Actores* y *Fuentes* que no se guardan en el archivo por defecto pero que si pueden ser monitoreadas.

3.3.g) Solapa Simulador.

Una vez editada la Sala (esto es: especificadas las Variables Globales, detallados los diferentes Actores que se desea incorporar al modelado, especificando sus Mantenimientos y las Fuentes Aleatorias que les darán algún servicio, los Estados y Monitores si se utiliza alguno), se deberán especificar las características deseadas para las etapas de Optimización y Simulación, en la solapa “**Simulador**”.

Como se puede apreciar en la Fig.56 hay tres grandes paneles “Variables de Optimización”, “Variables de Simulación” y “Escenarios”. Los dos primeros permiten configurar los parámetros para las etapas de Optimización y Simulación respectivamente. El panel “Escenarios” permite configurar los escenarios disponibles en la Sala.

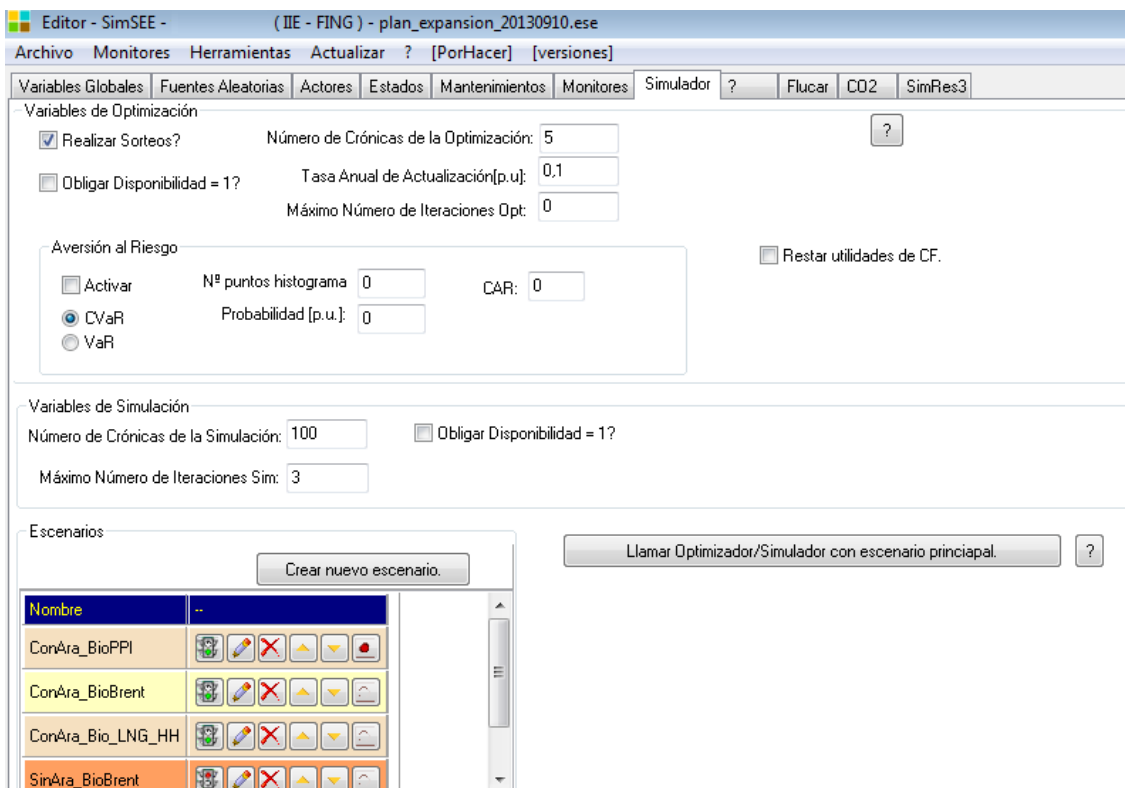


Fig. 56: Solapa Simulador.

3.3.g.i Variables de Optimización.

Marcando el casillero “**Realizar Sorteos?**” la Optimización Dinámica Estocástica se lleva a cabo realizando sorteos múltiples de las variables aleatorias en cada paso de tiempo. Si el casillero no se marca, la optimización se realiza considerando en cada paso de tiempo el valor esperado de las variables aleatorias, en lugar de hacer sorteos (p.ej. valor esperado de la potencia para el caso de las centrales de generación calculado multiplicando la potencia nominal por el coeficiente de disponibilidad fortuita, o bien valor esperado de los aportes hidrológicos para el caso de las centrales hidráulicas). Es habitual usarlo marcado

y realizar entonces una optimización Dinámica Estocástica. El casillero sin marcar, lleva a una optimización Dinámica determinista y generalmente lleva a una política de operación sub-óptima y “mas liberal” con el uso de los recursos.

En el casillero **“Número de Crónicas de la Optimización”** se debe ingresar el número de crónicas a ser utilizadas para sortear en cada paso de tiempo, en caso de haber marcado el casillero “Realizar Sorteos?”. Si no se marcó esa opción, este parámetro se ignora. A mayor cantidad de crónicas, mayor será la cantidad de combinaciones efectivamente consideradas de los procesos estocásticos que se tendrá en consideración. A mayor cantidad, más probabilidades se tiene de que casos poco probables (como la rotura simultánea de muchas máquinas) aparezcan y por lo tanto tengan su impacto en la valorización de los recursos. El tiempo de cálculo de la etapa de Optimización es directamente proporcional al *Número de Crónicas de la Optimización* por lo cual el valor a utilizar es un compromiso entre exactitud y velocidad de cálculo.

“Tasa Anual de Actualización (p.u.)” es la tasa de actualización anual aplicada al dinero para el cálculo del valor actual (la función $CF(X)$ es el valor esperado de los flujos de fondos actualizados). Esta tasa debe ser mayor que cero para asegurar la estabilidad del algoritmo de optimización. Un valor razonable puede ser entre 0.08 y 0.12 (esto es entre 8% y 12% al año) para el caso en que los precios se encuentren expresados en dólares constantes.

El casillero **“Obligar Disponibilidad = 1?”** permite forzar la disponibilidad de todas las máquinas en 1 (100%), no realizándose sorteos de falla fortuita de las mismas. Esto es útil en ocasiones en que un resultado sea difícil de interpretar como una forma de detectar si el mismo está relacionado con la rotura de las máquinas o tiene otro origen. Usualmente se usa desmarcado.

El **“Máximo Número de Iteraciones Opt.”** fija el máximo de iteraciones que se permitirá realizar en la resolución de cada paso. El mecanismo de iteraciones permite mejorar la exactitud del modelo. En SimSEE, cada *Actor* es responsable de suministrar las ecuaciones de su modelo y mediante el mecanismo de iteraciones se le permite “cambiar las ecuaciones” si el punto de funcionamiento resultante está alejado del supuesto en la iteración anterior. Un ejemplo de aplicación de este mecanismo es el coeficiente energético de las centrales con embalse que al estar afectado por el caudal erogado, depende el propio resultado del paso. Al resolver un paso cada Actor realiza una linealización de sus ecuaciones en torno al punto de trabajo supuesto y se resuelve el problema. Al resolverlo puede suceder que el punto de operación resulte fuera del rango de validez del punto supuesto al hacer la linealización del modelo. Si esto ocurre, el Actor que se encuentre en esa situación puede requerir una nueva resolución del paso para tener la oportunidad de mejorar su ecuacionado. Esta “consulta a los Actores” se realiza hasta que todos confirman estar de acuerdo con el resultado o bien hasta que se alcanza el número máximo de iteraciones establecido. Si se fija en 0 no se permiten iteraciones. Un valor razonable puede ser p.ej. 3 o 4.

El panel de **“Aversión al Riesgo”** que se encuentra a continuación puede ser activado/desactivado mediante el casillero **“Activar”** (por defecto se encuentra desmarcado). Implementa el manejo de riesgo en la optimización, permitiendo optar entre utilizar la función **“VaR”** (Value at Risk) o **“CVaR”** (Conditional Value at Risk) como medidas de dispersión de los costos.

El casillero **“CAR”** (Coeficiente de Aversión al Riesgo) será un número entre 0 y 1 que indicará el grado de aversión al riesgo que presenta el usuario.

Si es $CAR=0$ el mismo no presenta aversión al riesgo y en la optimización se minimizará el valor esperado de la función de costo futuro (este es el valor que se utiliza habitualmente).

Si en cambio el usuario tiene máxima aversión al riesgo ingresará $CAR=1$. Esto implica que la optimización intentará minimizar la “los costos altos” (en lugar del valor esperado de los costos). La medida de “los costos altos” será el valor que es excedido con una probabilidad P (especificada en el casillero “Probabilidad”) o el valor esperado de los costos que exceden dicha probabilidad P según que se haya seleccionado como medida de riesgo “VaR” o “CVaR” respectivamente.

Para valores intermedios del Coeficiente de Aversión al Riesgo, la función objetivo a minimizar será una combinación lineal entre el valor esperado de los costos y la medida de dispersión que se haya seleccionado.

El casillero de **“Probabilidad (p.u.)”** determina el límite de probabilidad de excedencia que fije el usuario para medir la dispersión de costos de un histograma dado (esto es una forma de medir la exposición al riesgo). $VaR(P)$ es el valor que es excedido con probabilidad P . $CVaR(P)$ es el valor esperado de los costos que exceden a $VaR(P)$.

El valor **“Nº de puntos del histograma”** determina la “fineza” con que se elaboran los histogramas de la función Costo Futuro $CF(X,k)$, esto es, en cada etapa k de la optimización no se representará solo el mínimo valor esperado de costo futuro para cada discretización de la variable de estado X , sino que se tendrá una distribución o histograma (con tantos puntos como se especifiquen) que serán los que permitan calcular los valores de costo futuro con la probabilidad de excedencia que fijó el usuario.

El casillero **“Restar utilidades de CF”** si se encuentra marcado, en lugar de minimizar el valor esperado del costo futuro, minimizará los costos restándole las utilidades que obtenga el usuario. Esto está previsto para que los *Actores* pueden determinar además de el costo incurrido en el paso de tiempo, la utilidad generada. Para un ejemplo de modelo que especifica utilidades véase el Actor “Usos Gestionables” en el Tomo III de esta serie de manuales. En uso normal de este casillero es marcado y no tiene consecuencias sobre el tiempo de cálculo.

3.3.g.ii Variables de Simulación.

El **“Número de Crónicas de la Simulación”** determina el número de crónicas que se simularán. Cada crónica se simula por separado. Simular una crónica significa que en cada paso de tiempo (desde el primero hasta el último del horizonte de tiempo) se realizarán los correspondientes sorteos para obtener así los valores a considerar para todas las variables aleatorias.

El casillero **“Obligar Disponibilidad = 1?”** permite forzar la disponibilidad de todas las máquinas en 1 (100%), no realizándose sorteos de falla fortuita de las mismas. Lo aconsejable es no marcar este casillero y utilizar la potencialidad de la plataforma. El casillero está para fines de análisis de efectos de considerar o no la rotura fortuita en las simulaciones.

El casillero **“Máximo Número de Iteraciones Sim.”** permite fijar el máximo de iteraciones que se permite en un paso de tiempo para mejorar el modelado de los diferentes actores. (véase el mismo parámetro de la optimización más arriba).

3.3.g.iii Escenarios.

El panel de **“Escenarios”** permite crear mediante el botón **“Crear nuevo escenario”** escenarios adicionales al escenario “Base” que se creará por defecto con la corrida. Esto permite optimizar/simular distintos escenarios en la misma corrida, sin que ello implique tener Salas separadas, evitando así duplicar la información y facilitando el mantenimiento del conjunto de casos.

Un escenario se define indicando cuales son las capas activas en dicho escenario. Las fichas de parámetros dinámicos tienen un parámetro que es la capa y esto permite tener juegos de fichas que se activan o no según el escenario. Por defecto todas las fichas están en la capa 0 (cero), lo que corresponde al escenario “Base”, pero es posible especificar fichas de parámetros dinámicos con un número de capa diferente (1, 2, 3, etc.). Dos fichas pueden tener la misma fecha de inicio, pero si se especifican con diferente número de capa, se activarán cada una en el escenario que active la capa a la que pertenece.

Esto facilita la creación de pequeñas variantes de una misma Sala en forma de **“Escenarios”**. Un escenario tiene un “nombre” que lo identifica y un conjunto de capas activas que serán las que se considerarán en la Optimización y en la Simulación. Las capas que no estén activas NO participan ni en la Optimización ni en la Simulación del escenario. (son eliminadas de la sala antes de ejecutar la Optimización y/o la Simulación).

Un escenario una vez creado podrá ser activado/desactivado, editado, eliminado y marcado/desmarcado como escenario principal de la corrida, mediante diferentes botones disponibles. El significado de los botones es el siguiente:



“Semáforo” que permite activar/desactivar el escenario. Si el mismo se desactiva pasa a tener un fondo rojo. (En la versión actual de SimSEE activar o desactivar un escenario no tienen consecuencias. En una versión futura se implementará la posibilidad de ejecutar la optimización/simulación de todos los escenarios activos en el orden en que aparecen listados.).



“Lápiz” que permite editar y modificar el escenario.



“Cruz” que permite eliminar el escenario.



“Flecha para arriba” permite mover hacia arriba el escenario en la lista de escenarios disponible.



“Flecha para abajo” permite mover hacia abajo el escenario en la lista de escenarios disponibles.



“Principal”, marca roja que señala el escenario principal (solo uno podrá serlo por vez). Éste será el escenario optimizado/simulado cuando se invoque al *Simulador*.

Al editar un escenario se abre un formulario como el de la Fig.57.

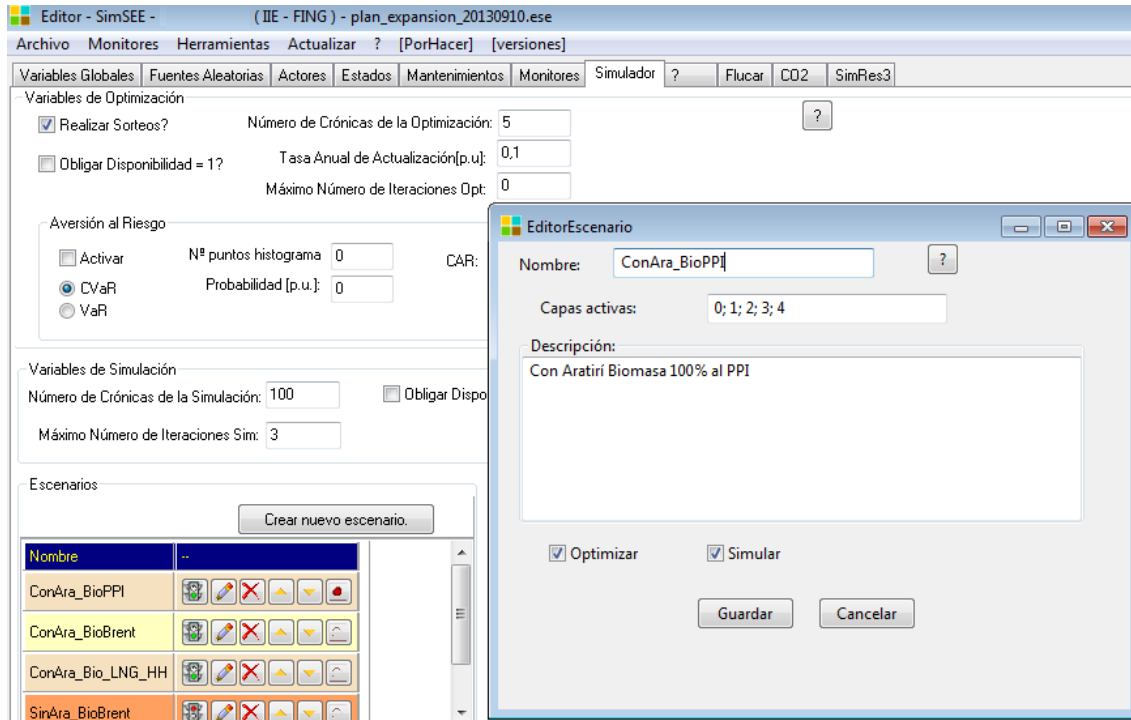


Fig. 57: Formulario de edición de un Escenario.

En el mismo es posible especificar un **“Nombre”** que se asigna al escenario y detallar las **“Capas activas”**, esto es, las que serán tenidas en cuenta para la Optimización y/o Simulación en ese escenario. Asimismo presenta una ventana donde es posible realizar una breve descripción del mismo. Mediante dos casilleros en la parte inferior es posible marcar si este escenario se usará para **Optimizar** y/o para **Simular**. En el ejemplo de la figura las fichas de parámetros dinámicos que tengan valores de capa 0, 1, 2, 3 y 4 serán todas activas. Los elementos que estén en las demás capas (p.ej. capa=5) no serán considerados en el escenario denominado "ConAra_BioPPI" mostrado en el ejemplo. Habitualmente se incluirá la capa 0 (Base) en todos los escenarios, y se agregarán las capas correspondientes a las variantes que se desea especificar.

La funcionalidad de los casilleros que permiten especificar “optimizar” y “simular” está prevista para una futura versión de SimSEE que permitirá ejecutar en modo BATCH el conjunto de escenarios activos en el orden listado.

3.3.g.iv Llamar Optimizador/Simulador con el escenario principal

Finalmente con el botón **“Llamar Optimizador/Simulador con el escenario principal”** que se encuentra más hacia la derecha en la ventana corres-

pondiente a la pestaña “Simulador” (ver Fig.56) es posible invocar el programa SIMULADOR para el escenario principal. Para detalles sobre la operación del mismo ver el capítulo 4 del presente Manual.

Un ejemplo posible de uso de escenarios puede tenerse con un Actor Demanda a la cual puede querer sumársele una componente adicional en un escenario y no considerar dicha componente en el escenario base de estudio, siendo el modelado del resto del sistema el mismo en ambos casos. Una posibilidad es realizar 2 Salas por separado, idénticas salvo en esa modificación, optimizar y simular ambas por separado. Mediante el manejo de escenarios es posible hacerlo en una única Sala. Se asociará entonces al Actor Demanda una componente que será una fuente aleatoria, la cual tendrá una ficha con un valor nulo en la capa=1 y el valor de la demanda adicional en otra ficha en la capa 2. Se darán de alta dos escenarios: en uno de ellos las capas activas serán la 0 y la 1, mientras que en el otro las capas activas serán 0 y 2. Al optimizar/simular el primero de ellos, SimSEE no tendrá en cuenta los valores especificados en la capa 2 (esto es, no verá la componente adicional de demanda que se especificó con capa=2, pues esa capa está inactiva en ese escenario), mientras que al optimizar/simular el segundo escenario, sí la tendrá en cuenta (pues dicha capa está activa).

Es posible así ir introduciendo pequeñas variantes a la Sala (esto es, distintos escenarios), sin necesidad de duplicar cada vez toda la información.

3.3.h) Solapa - ?.

Al intentar activar esta solapa se abre el navegador configurado por defecto y se accede a una página web con la información de ayuda sobre el Solapero Principal del Editor de SimSEE.

3.3.i) Solapa – Flucar.

La solapa *Flucar* permite asociar la Sala con información descriptiva de la red eléctrica y tener en cuenta de esa forma, además del despacho energético el conjunto de restricciones eléctricas. Para ello, SimSEE ejecuta en la resolución de cada paso de tiempo un bucle de iteraciones en los que va ajustando su representación simplificada de la red, para lograr que los flujos de potencia sean compatibles con la resolución del flujo de cargas imponiendo las generaciones y demandas del despacho energético. En la Fig.58 se muestra el contenido de esta solapa.

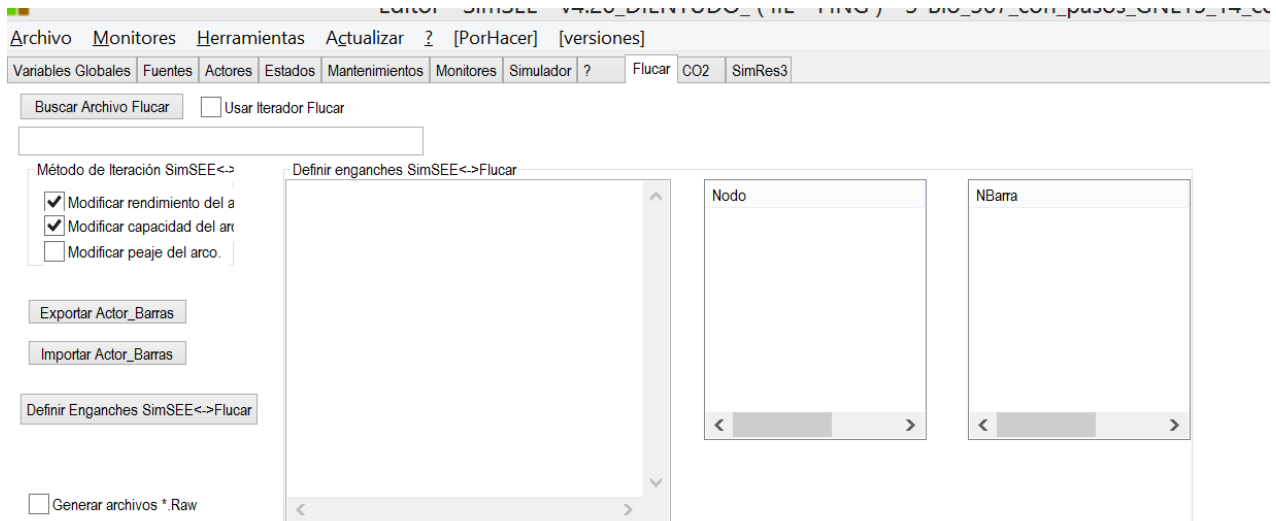


Fig. 58: Sola Flucar.

El casillero *Usar Interador Flucar* habilita o deshabilita las iteraciones entre la resolución del despacho energético y el flujo de cargas ejecutado para la verificación de las restricciones eléctricas.

El botón “*Buscar Archivo Flucar*” permite buscar el archivo “.RAW” con las definiciones de la red eléctrica.

El resto de los cuadros del formulario permite hacer la asociación entre la representación de la Sala (Arco, Nodos y Generadores) con la representación detallada de la red. Cada Nodo de SimSEE se asocia con un conjunto de barras de la red detallada y los Arcos entre los nodos de SimSEE quedan asociados a Flujos entre esos conjuntos de barras.

Esta mejora a SimSEE fue desarrollada en el marco del proyecto ANII_FSE_2009_18 en el marco del Fondo Sectorial de Energía de la ANII. La memoria final de dicho proyecto está en:

http://iie.fing.edu.uy/simsee/biblioteca/anii_fse_2009_18/memoria_fse_2009_18_MejorasSimSEE.pdf

3.3.j) Solapa – CO2.

Esta solapa (ver Fig.59) permite especificar las características de los generadores para el cálculo de las emisiones de CO2.

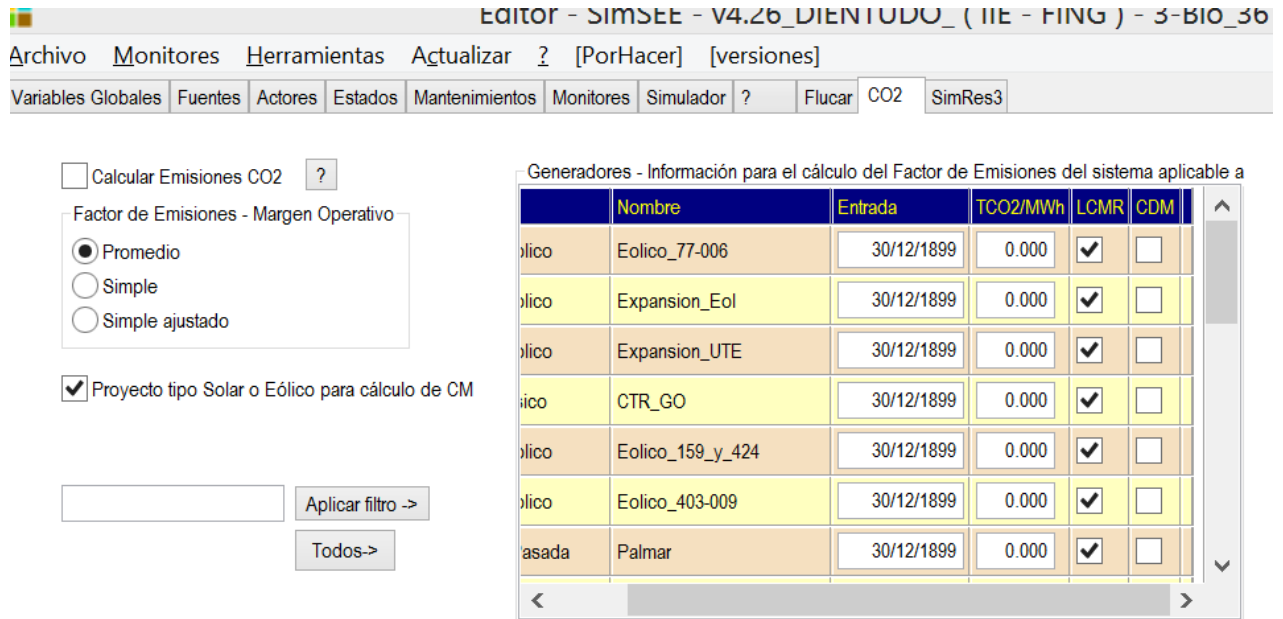


Fig. 59: Solapa CO2

El casillero *Calcular Emisiones CO2* habilita o no el cálculo. En caso de estar habilitado, se genera al simular un archivo con la emisión esperada de cada generador, con diferentes indicadores.

Esta mejora a SimSEE fue desarrollada en el marco del proyecto ANII_FSE_2009_18 en el marco del Fondo Sectorial de Energía de la ANII. La memoria final de dicho proyecto está en:

http://iie.fing.edu.uy/simsee/biblioteca/anii_fse_2009_18/memoria_fse_2009_18_MejorasSimSEE.pdf

3.3.k) Solapa – SimRes3.

Esta solapa (ver Fig.60) permite editar especificaciones de cálculos a realizar con el posprocesador de resultados “SimRes3”.

Como muestra la figura, es posible agregar nuevas especificaciones (esto es crear un archivo descriptivo de los cálculos que se almacena con la extensión “.sr3”). Al presionar el lápiz para editar un archivo, se abre el Editor de SimRes3. La aplicación SimRes3 y su editor (que está empotrado dentro del editor de salas) se detalla en el Tomo IV de estas serie de manuales.

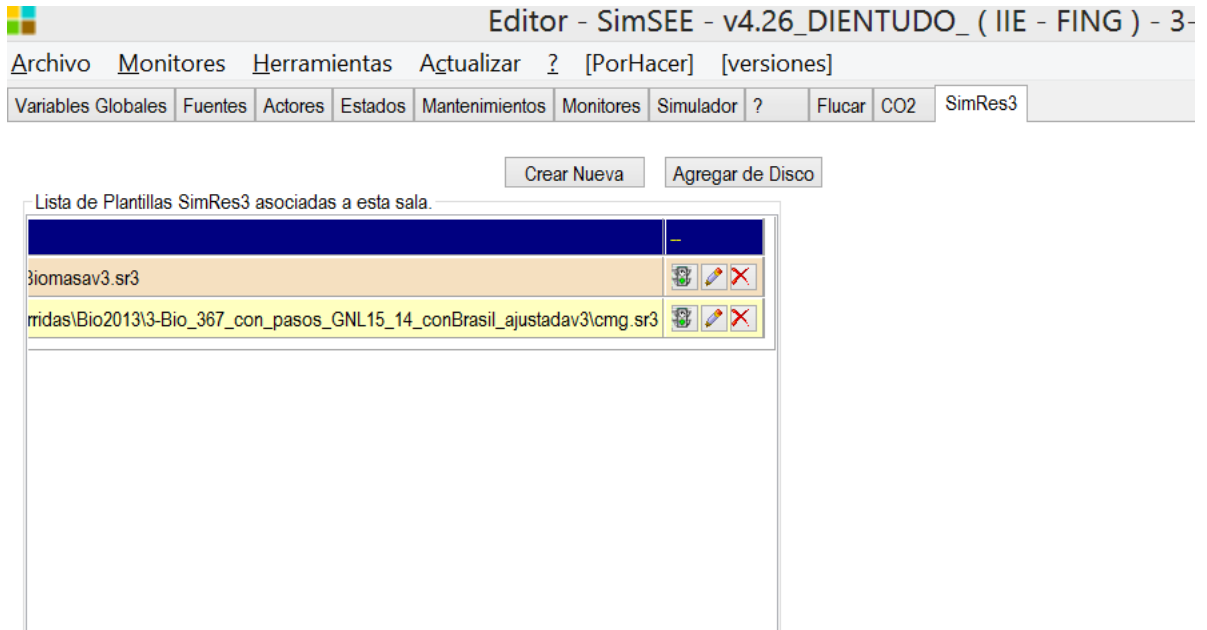


Fig. 60: Solapa SimrRes3

4. El Optimizador/Simulador.

Este capítulo es el Manual de Usuario de la aplicación “SimSEESimulador.exe”. En la jerga de SimSEE esta aplicación es llamada “El Simulador” y es la encargada de llevar adelante las etapas de Optimización y Simulación sobre una Sala.

En el uso más común de la plataforma SimSEE el simulador es directamente convocado desde el Editor (la aplicación Editor es la descrita en el capítulo 3), pero también puede ser convocada manualmente o mediante un script o comando batch para ejecución de una secuencia de simulaciones.

Para ejecutar el Simulador desde el Editor se debe presionar el botón “Llamar Optimizador/Simulador con escenario principal” que se encuentra en la solapa “Simulador” (ver sec.3.3.g).

La Fig.61 muestra la pantalla del Simulador. Está dividida en 4 sectores o paneles que se habilitan solo cuando es posible usarlos. Los paneles son:

- Datos de Entrada
- Optimización
- Simulación
- Alertas

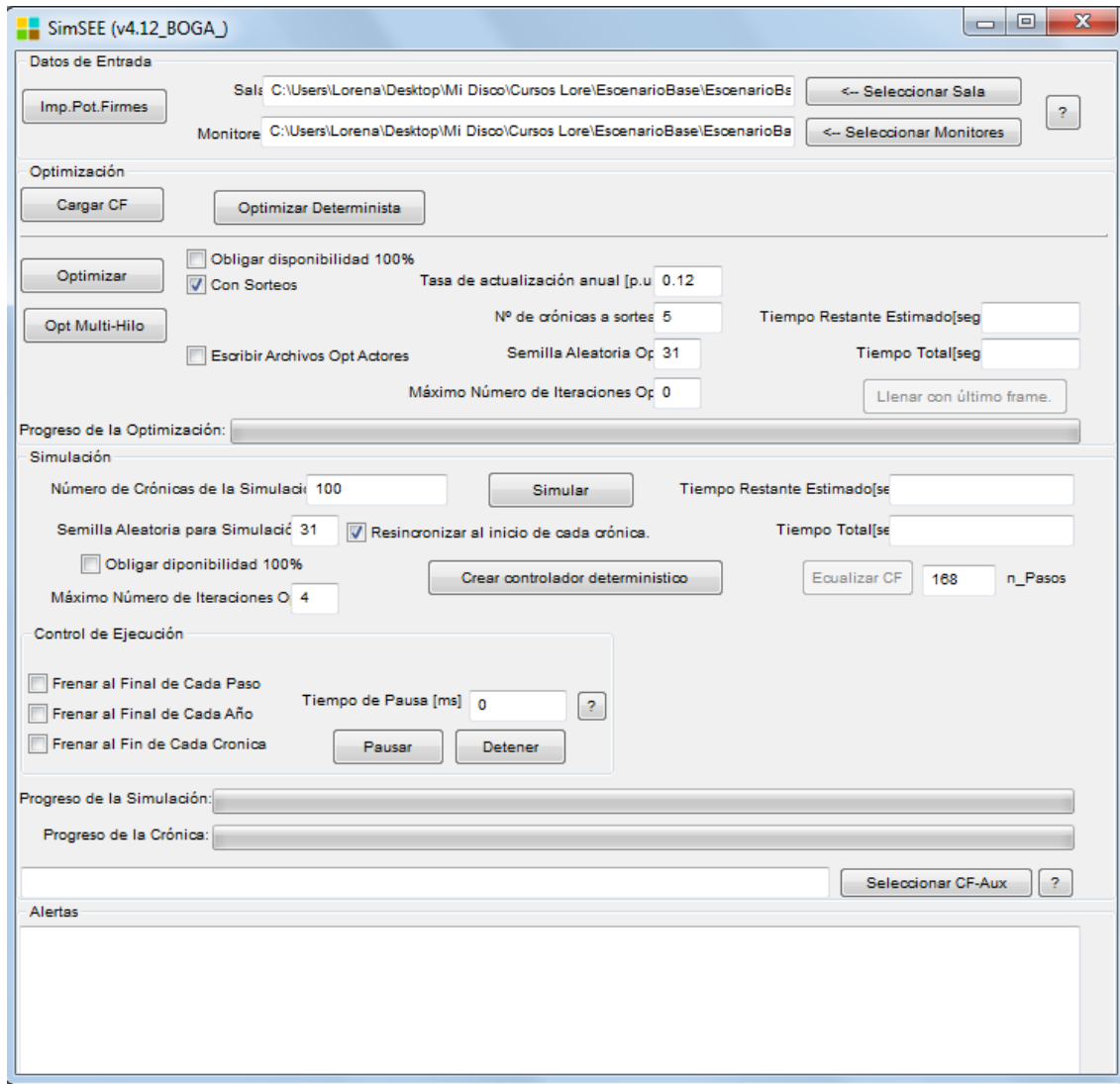


Fig. 61: Pantalla del Simulador.

4.1. Panel de Datos de Entrada

Inicialmente cuando se llama al Simulador en forma manual, solo está habilitado el panel Datos de Entrada. En este panel se debe seleccionar la Sala de juego que se desea simular y en forma opcional se puede seleccionar un archivo de Monitores para observar la corrida durante su ejecución.

Los botones “**Seleccionar Sala**” y “**Seleccionar Monitores**” abren un explorador de archivos que le permiten buscar el archivo de la Sala y/o de los Monitores que desea utilizar.

Si el Simulador es convocado desde el Editor, la información del panel “Datos de Entrada” es cargada automáticamente por este.

Una vez seleccionada una Sala, se habilita el panel “Optimización”.

El botón “**Imp. Pot. Firmes**” es auxiliar y sirve para imprimir dos archivos de texto en el directorio de salida de la corrida (generalmente c:\simsee\rundir\nombre_de_la_Sala). Estos archivos de texto tienen los nombres: “potencias_Termicas_Firmes_porpaso_Base.xlt” y

“potencias_Termicas_Firmes_mensuales_Base.xlt”. Estos archivos contienen la “Potencia Firme” de los generadores térmicos calculados como la potencia nominal disponible multiplicada por el factor de disponibilidad. El primer archivo contienen la información por paso de tiempo de simulación y el segundo contiene los valores promedios mensuales. Esta información es útil para chequear la información de la sala y también es útil para la confección del informe de “Garantía de Suministro” previsto en el marco regulatorio del sector eléctrico del Uruguay.

4.2. Panel de Optimización

Una vez seleccionada la Sala, se habilita el panel de Optimización. La Fig. muestra exclusivamente ese panel.

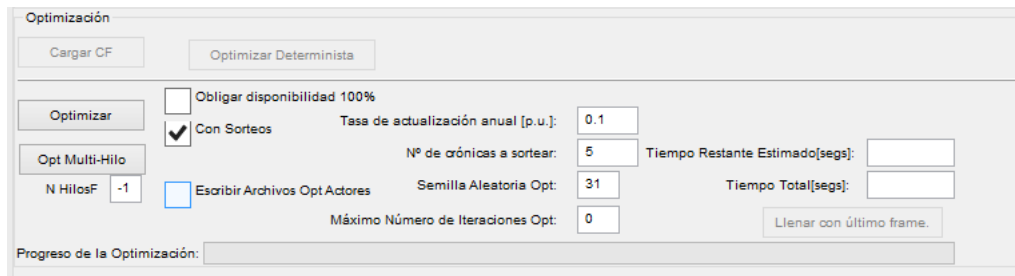


Fig. 62: Panel de Optimización.

Este panel permite configurar/ejecutar la etapa de Optimización. En la versión actual SimSEE realiza una optimización dinámica estocástica clásica de la que se obtiene una función de Costo Futuro (CF; también conocida como función de Bellman).

Si la etapa de Optimización ya fue ejecutada anteriormente, la función CF se encuentra en el archivo “CF.bin” en el directorio de salida de resultados y en ese caso aparece habilitado el botón “**Cargar CF**”. De esta forma, si el usuario no ha realizado cambios sustanciales que ameriten ejecutar nuevamente la etapa de Optimización puede optar por cargar el resultado de la ejecución previa presionando el botón “Cargar CF”.

El botón “**Optimizar Determinista**”, está deshabilitado en la versión actual. En versiones futuras podrá utilizarse para hacer una resolución aproximada del problema de optimización por un método de trayectoria determinista previsto con fines de comparación y académicos.

Los botones “**Optimizar**” y “**Optimizar Multihilo**” disparan el procedimiento de optimización dinámica estocástica que calcula la función CF(X). El botón “Optimizar” dispara el algoritmo en su versión mono-hilo (ocupa solamente un núcleo de cálculo de los que tenga el computador), mientras que el botón “Optimizar Multihilo” dispara el algoritmo en su versión multi-hilo (pudiendo así utilizar todos los núcleos de cálculo que disponga el computador).

El casillero **N HilosF** que por defecto está en “-1” (menos uno) permite forzar la cantidad de hilos a utilizar en caso de utilizar el botón “Optimizar Multihilo”. El valor “-1” indica que se utilicen tantos hilos de cálculo como núcleos se detecten en el computador. Si se introduce un número mayor que cero, se forzará la creación de esa cantidad de hilos. Esto puede ser usado para dejar

núcleos libres especificando un número menor a la cantidad de núcleos o para crear más hilos que núcleos para propósitos de investigación de la ejecución multi-hilo.

El casillero **Obligar Disponibilidad 100%** permite forzar la disponibilidad de todas las máquinas en 1 (100%), no realizándose sorteos de falla fortuita de las mismas. La utilidad de esta opción es para análisis de resultados. En ocasiones cuando un resultado no tienen una explicación intuitiva y se busca entender la razón, una forma de detectar si el resultado depende o no de la rotura de las máquinas es obligar su disponibilidad a 1.

La **Tasa Anual de Actualización (p.u.)** es la tasa de actualización de costos, expresada en base anual, que se utiliza durante la optimización para depreciar los costos incurridos en el futuro respecto de los incurridos en el presente. La tasa está expresada en por unidad, si se especifica 0.12, esto significa 12% anual. Este valor debe ser mayor que cero para asegurar la estabilidad del algoritmo de optimización.

Si se marca el casillero **Con Sorteos** el proceso de Optimización Dinámica Estocástica se realiza con sorteos múltiples de tipo Monte Carlo (en cada Estado y Paso de Tiempo) con el fin de representar los procesos estocásticos modelados. Si no se marca el casillero, la optimización se realiza considerando el valor esperado de las variables afectadas por los procesos estocásticos (en cada Estado y Paso de Tiempo).

En el caso del sistema uruguayo, los principales procesos estocásticos son el estado de las unidades de generación (disponible, no disponible), los aportes hidráulicos a las represas hidroeléctricas. Con la fuerte integración de energías eólica y solar fotovoltaica planificadas, la generación de estas fuentes pasa a ser un proceso estocástico cuya relevancia pasará de ser nula a ser una de las más importantes del sistema junto con las anteriores.

En el caso en que se seleccione la opción *Con Sorteos* se sortean la disponibilidad de las máquinas (y sus reparaciones) de acuerdo a los datos de cada unidad y los aportes hidráulicos de acuerdo con el modelo estocástico seleccionado.

En el caso en que no se considere la opción *Con Sorteos*, la potencia disponible de las centrales queda determinada por la potencias de las unidades de generación multiplicadas por su factor de disponibilidad. Para los aportes hidráulicos a las represas se considera el valor esperado de dicho aporte para el estado hidrológico en que se encuentra el sistema hidráulico. Si bien está disponible la opción de realizar el proceso de optimización considerando los valores esperados, lo correcto en un sistema como el de Uruguay es realizar la optimización con los sorteos habilitados.

En el casillero *N° de crónicas a sortear* se debe especificar cuantos sorteos de Monte Carlo se deben realizar en cada paso de tiempo para calcular de la función $CF(X,t)$. En el caso en que no se haya seleccionado la opción con Sorteos este parámetro se ignora. La cantidad de sorteos a considerar se puede determinar en forma empírica aumentando la cantidad y observado el efecto sobre los resultados.

El casillero *Semilla Aleatoria Opt* se debe indicar el valor de la semilla aleatoria que se utiliza la optimización para inicializar el generador de números pseudo-aleatorios. Los resultados de optimizar con diferentes semillas aleatorias

presentan diferencias y en base a la dispersión de los resultados se puede tener información sobre la exactitud del método. En caso de requerir más exactitud habrá que aumentar el número de crónicas de sorteo. A mayor cantidad de crónicas el resultado deberá ser cada vez menos sensible a la semilla utilizada para inicializar el generador de números aleatorios.

El *Máximo Número de Iteraciones Opt* fija el máximo de iteraciones que le serán permitidas para la resolución de cada paso.

Por último, para realizar la optimización se debe hacer un click en el botón *Optimizar* o *Opt Multi-Hilo* en el caso en que el computador tenga más de un microprocesador y se se pueda distribuir el cálculo entre los microprocesadores.

Los casilleros *Tiempo Restante Estimado (segs)* y *Tiempo Total (segs)* muestran durante la ejecución el tiempo estimado en segundos que resta para finalizar la optimización y el tiempo transcurrido desde el inicio del proceso de optimización.

4.3. Panel de Simulación

Este panel se habilita sólo después que se ha realizado la optimización de la sala y su función es realizar el proceso de simulación del sistema eléctrico. En el casillero *Número de Crónicas de la Simulación* se debe especificar el número de crónicas que se simularán. Cada crónica se simula por separado. Simular una crónica significa que en cada paso de tiempo se realizarán los correspondientes sorteos para obtener así los valores a considerar para todas las variables aleatorias para cada paso de tiempo.

El casillero *Obligar Disponibilidad 100%* permite forzar la disponibilidad de todas las máquinas en 1 (100%), no realizándose sorteos de falla fortuita de las mismas. En corridas de muy corto plazo es posible conocer con cierta certeza la disponibilidad o indisponibilidad de las máquinas, por lo que puede ser deseable programar un despacho de las mismas en base a los datos más certeros de que se dispone.

Es posible fijar el *Máximo Número de Iteraciones Sim* que se le permitirá realizar al programa, a efectos de no enlentecer la convergencia permitiendo un número indefinido de iteraciones.

Si se desea, es posible Frenar la simulación al Final de Cada Paso, al Final de Cada Año y al Fin de Cada Crónica en un tiempo preestablecido en la casilla *Tiempo de Pausa (ms)*. Esto puede ser útil para monitorear variables en diferentes momentos de la simulación.

El casillero *Semilla Aleatoria Sim* permite establecer un valor para inicializar el generador de números aleatorio. Variando la semilla aleatoria y observando la sensibilidad de los resultados a dicha variación es posible tener información para determinar si es necesario o no aumentar el número de crónicas a simular. En teoría, al tender el número de crónicas a infinito, los resultados son independientes de la semilla aleatoria utilizada.

4.4. **Alertas**

En el panel de Alertas se visualizan mensajes de alerta relacionados con la sala que es deseable tener en cuenta antes de realizar los procesos de optimización y simulación.

4.5. Archivos de Resultados.

Como ya se mencionara en la sección referente al procedimiento de instalación de SimSEE, en la carpeta “**rundir**” se crea una sub-carpeta con el mismo nombre que la Sala ejecutada en la que se guardan los resultados de la Optimización y Simulación.

Los archivos de salida tiene en su nombre un código con la siguiente definición: SS=número de semilla usada, NN=cantidad de crónicas usadas para la optimización o simulación, Esc=nombre del Escenario, Actor=nombre del Actor, SALA=nombre de la Sala.

- “**OptRes_SSxNN_Esc.xlt**”: archivo de salida que exporta los valores obtenidos para la función de Costo Futuro del sistema o valores de Bellman. Estos resultados se muestran para cada paso de la optimización y para cada uno de los estados posibles del sistema.
- “**CF_Esc.bin**”: archivo binario de costos futuros que contiene el valor de la función de Costo Futuro para cada paso de tiempo incluido en el horizonte de optimización. Contiene la misma información que el archivo “OptRes” pero en formato binario. Mediante este archivo es posible realizar el enganche entre Salas (ver sec.3.3.d).
- “**OptActor_SSxNN_Esc**”: en caso de haberse marcado la opción “Escribir Archivos Opt Actores” en el *Simulador*, al optimizar se exportan en estos archivos (por Actor) los valores de las derivadas direccionales de la función de Costo Futuro en cada punto de discretización de las variables de estado que le conciernen al Actor que genera el archivo. Por ejemplo, una Central Hidroeléctrica con Embalse, exporta el valor del agua en USD/Hm³. Las centrales con costo de arranque/parada, escriben la variación de CF por tomar la decisión de cambiar el estado de la máquina.
- “**SimRes_SSxNN_Esc**”: archivo de salida que muestra los resultados exportados por los distintos Actores presentes en el sistema. Estos resultados se muestran para cada crónica, para cada paso de la simulación, para las distintas variables que exportan los Actores marcadas para su publicación en este archivo. Los Actores pueden publicar variables que no estén marcadas para esta salida y a las que se puede acceder sólo por los Monitores. Las variables de uso común están publicadas en este archivo.
- “**SimCosto_SSxNN_Esc**”: archivo de salida que muestra el resultado de diferentes costos globales relevantes para el sistema obtenidos en la simulación para cada crónica, así como su detalle por crónica, como se detalla a continuación:
 - **tasa** anual de descuento (fila 1);
 - el costo futuro esperado (promedio de crónicas) (fila 2) dado por la suma actualizada del CDP (Costo Directo del Paso) más el CF del estado final de la crónica, esto es su **costo total** (esta misma información se detalla, por crónica y en orden creciente, en fila 6);
 - el costo total que es **excedido con un 5% de probabilidad** en las crónicas simuladas (fila 3);

- lo mismo que filas 2 y 3 para un **CFaux** si fue especificado (filas 4 y 5), siendo la fila 7 análoga a la fila 6 en ese caso;
- el detalle del **CDP** para cada crónica (en el orden de simulación) (fila 8), del **CF** del estado de llegada (fila 9) o del **CFaux** si se usó (fila 10);
- en caso de tenerse actores que presenten **Utilidades** (actualmente solo los Actores “Usos Gestionables”), se muestra la suma actualizada de las mismas (fila 11);

	0,12 [p.u.]	Tasa de descuento anual.				
	1.467,90 [MUSD]	Costo esperado				
	1.918,78 [MUSD]	Costo con riesgo 5% de ser excedido.				
	1.455,75 [MUSD]	Costo auxiliar esperado (cdp+CFaux)				
	1.898,97 [MUSD]	Costo auxiliar con riesgo 5% de ser excedido. (cdp+CFaux)				
valor presente del costo (cdp+CF) por crónica [MUSD] (Ordenado):	942,86	1.072,74	1.077,44	1.175,77	1.181,34	1.259,31
valor presente del costo auxiliar (cdp+CFaux) por crónica [MUSD] (Ordenado):	937,82	1.059,13	1.069,32	1.158,50	1.167,70	1.259,51
valor presente del costo directos por crónica [MUSD]:	1.689,44	924,78	687,34	835,99	662,95	440,61
valor presente del costo futuro de cada crónica [MUSD]:	759,99	772,42	572,04	562,45	636,67	632,14
valor presente del costo futuro AUXiliar final de cada crónica [MUSD]:	741,23	754,16	572,17	563,20	625,61	618,54
valor presente de la utilidad directa de cada crónica [MUSD]:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- **“estado_fin_cron_SSxnn.xlt”**: muestra los valores de las variables de estado al final de cada crónica simulada. El código **nn** al final del nombre de archivo indica el número de crónica.

Por ejemplo en una corrida que tenga definidas las fuentes CEGH “Lluvias” (con 3 bornes: Bonete, Palmar y Salto) y “vientos” (con 1 borne: vel), y una central hidroeléctrica con embalse (Bonete), se tienen los valores como los mostrados en la Fig.63 en cada uno de los archivos generados (un archivo por crónica).

Lluvias.Bonete = 180.128631423507
Lluvias.Palmar = 0.0298461538461857
Lluvias.Salto = 788.498292239937
vientos.vel = 6.04841162187492
Bonete.h_Real = 70

Fig. 63: Estado final de una crónica.

- **“Resumen_termico_SALA”**: en caso de haberse generado mediante la opción “Generar Resumen Térmico” incluida en la solapa Herramientas (sec.3.2.c.iii) del menú principal del Editor.

A continuación se describe con más detalle el contenido de los archivos *OptRes* y *SimRes*.

4.5.a) Optimización. (OptRes)

Este archivo contiene el resultado de la etapa de Optimización. Es decir, contiene, de la función de Costo Futuro del sistema, para cada paso de la optimización incluido en el horizonte de la misma y para cada combinación posible de las discretizaciones de las variables de estado definidas para el sistema.

La Fig.64 muestra un ejemplo del contenido del archivo *OptRes*. Al inicio en las primeras filas se realiza una descripción de las variables de estado del sistema.

En el ejemplo, la primer variable es “Bonete_Vol” (volumen embalsado en el embalse de Rincón de Bonete) y esa misma variable también es “traducida” con el nombre “Bonete_Cota”. Las unidades de esas dos magnitudes son “Hm3” (hectómetros cúbicos) y “m” (métros) respectivamente. Esta primer variable setá discretizada en 10 puntos (la principal y la traducida) y los valores a los que corresponden estos puntos de discretización se muestran en las filas “x(.):” y “xT(.):” respectivamente.

La segunda variable de estado (en el mismo ejemplo) es “Estado_H” (en este caso no tiene una variable auxiliar Traducida). En unidades dice “p.u.GN” que indica que se trata de una variable que expresa en por unidad una gaussiana normal. Esta variable está discretizada en 5 puntos y los centros de los intervalos de la gaussiana se muestran en la fila “x(.):”.

La fila “paso/estado” tiene los encabezados de la tabla de valores de Bellman. La primer columna contiene el ordinal del paso de tiempo, la segunda la fecha de inicio del paso de tiempo y las demás columnas los valores de Bellman correspondientes a un punto del espacio de estado cuyo ordinal es el encabezado mostrado en la fila “paso/estado”.

La tabla con los valores de Bellman, se presenta como una **matriz** con una **fila** para cada paso de la optimización, ordenados en tiempo inverso, esto es, desde el siguiente al último paso comprendido en el horizonte de optimización (primer fila de valores; todos ceros en el ejemplo) hasta el primer paso de la optimización (última fila de valores). Cada **columna** corresponde a una combinación diferente de las discretizaciones de las variables de estado definidas para el sistema. Las dos columnas iniciales muestran el número del paso de optimización y la fecha correspondiente al inicio del mismo.

-- Descripción variables continuas --									
Nombre:	Bonete_Vol	Bonete_Cota							
unidades:	Hm3	m							
NPuntos:	10	10							
x[.]:	0.00	912.22	1824.44	2736.67	3648.89	4561.11	5473.33	6385.56	
xT[.]:	70.00	72.44	74.10	75.43	76.59	77.62	78.55	79.42	
Nombre:	Estado_H								
unidades:	p.u. GN								
NPuntos:	5								
x[.]:	-1.88	-1.25	-0.67	0.00	0.93				
paso\estado	Fecha	1	2	3	4	5	6	7	
158	4/30/2016	0	0	0	0	0	0	0	0
157	4/23/2016	18394800.00	9685460.00	9444550.00	9276330.00	8249850.00	8174640.00	8107230.00	
156	4/16/2016	40628500.00	25997800.00	22051600.00	21594800.00	18513800.00	17193200.00	16992100.00	
155	4/9/2016	60889400.00	42515800.00	33957500.00	31780000.00	27883700.00	25138300.00	24135200.00	
154	4/2/2016	81571000.00	60696500.00	47934200.00	42942400.00	38315500.00	34527900.00	32393400.00	

Fig. 64: Ejemplo de archivo OptRes.

Se observa que la primera fila de la matriz se compone de **ceros**, siendo ese el costo futuro al final del último paso del horizonte de optimización. Los valores “ceros” indican que en este ejemplo el algoritmo de Programación Dinámica Estocástica se inicializó con ceros. Si la Sala estuviera enganchada con otra Sala la inicialización hubiera sido con otros valores obtenidos de la función de Costo Futuro a la que se engancha. En la Fig.64 se muestran las 7 primeras columnas, aunque la matriz en este ejemplo se compone de un total de 50 columnas (definidas por el producto cartesiano de las discretizaciones definidas para

cada variable de estado; 10 x 5 en el ejemplo) y las primeras 5 filas, aunque la matriz de compone de un total de 158 filas (definidas por los 158 pasos, en este caso semanales, incluidos dentro del horizonte de optimización).

La Fig.65 muestra el encabezado (parte inicial) de un archivo OptRes. En la parte superior izquierda del archivo se tiene un cuadro resumen que contiene los datos más relevantes para la optimización.

Versión del simulador:	4.06_TARARIRA_									
fActPaso:	0.9978289									
NContinuas:	2									
NDiscretas:	0									
nEstrellas/PuntoT:	50									
nPuntosT:	158									
-- Descripción variables continuas --										
Nombre:	Bonete_Vol	Bonete_Cota								
unidades:	Hm3	m								
NPuntos:	10	10								
x[.]:	0.00	912.22	1824.44	2736.67	3648.89	4561.11	5473.33	6385.56	7297.78	8210.00
xT[.]:	70.00	72.44	74.10	75.43	76.59	77.62	78.55	79.42	80.23	81.00
Nombre:	Estado_H									
unidades:	p.u. GN									
NPuntos:	5									
x[.]:	-1.88	-1.25	-0.67	0.00	0.93					

Fig. 65: Encabezado del archivo OptRes

En el mismo pueden verse:

- la “**Versión del simulador**”, esto es la versión utilizada de SimSEE para llevar a cabo la optimización;
- “**fActPaso**” (Factor de Actualización del Paso), teniendo en cuenta que la tasa de actualización especificada se expresa en base anual, se calcula el valor actualizado un paso hacia el presente como:

$$f_{ActPaso} = 1 / (1 + tasa)^{(HorasDelPaso / 8765)}$$
. Si se tiene un flujo de fondos $f[i]$, siendo i el paso desde el inicio de la Simulación, el **Valor Presente** del flujo de fondos será:
$$VP = \sum_{i=0}^{NpasosSim-1} (f[i] * f_{ActPaso}^i)$$
.
- “**NContinuas**”, es el número de variables de estado continuas del sistema (en este caso 2: la cota de Bonete y el estado hidrológico);
- “**NDiscretas**” es el número de variables discretas del sistema (en este caso 0: el sistema modelado no tiene ninguna definida);
- “**nEstrellas**” es la cantidad de puntos a evaluar en el espacio de estado para cada paso de tiempo (éstos vienen dados por todas las combinaciones posibles de las discretizaciones definidas para las variables de estado: 10x5 en el ejemplo);
- “**nPuntosT**” es la cantidad de puntos de tiempo en se evaluará la función de Costo Futuro en el horizonte de optimización. Este valor es la cantidad de pasos o etapas en que se divide el horizonte de optimización más un punto más correspondiente al final del último paso de tiempo con los valores de inicialización de la recursión del algoritmo de Programación Dinámica Estocástica.

- En la fila **“Descripción de las variables continuas”** comienza de descripción de las variables continuas del espacio de estado ya comentada al inicio de la presente sección.
- Si la Sala tuviera actores con variables de estado discretas (por ejemplo una máquina con costos de arranque/parada) el archivo OptRes tendría una sección “Descripción de variables discretas” con contenido similar al de las variables continuas.

4.5.b) Simulación. (SimRes)

Este archivo contiene los **resultados de la simulación**, esto es, para cada crónica simulada muestra los resultados exportados por los distintos Actores presentes en el sistema, en cada paso de tiempo del horizonte de simulación.

El archivo está organizado con un bloque encabezado al inicio y luego bloques por crónica (de la primera a la última simulada). Más una fila al final del archivo en la que se imprime con la etiqueta **“Fin simulación”** la fecha y hora de finalización de ejecución de la simulación.

En la Fig.66 se muestra el bloque encabezado de un archivo SimRes.

Versión del simulador:	4.06_TARARIRA_			
Inicio simulación:	07/09/2013 11:34			
FechaIniSim:	27/04/2013	FechaFinSim	25/10/2013	
NCronicas:	20			
NPasos:	26			
NPostes:	4			
DurPos[h]:	5	30	91	42
NActores:	65			
Nombre	Tipo de actor	Informacion adicional		
Montevideo	TNodo			
Demanda	TDemandaAnioBaseEIndices	\simsee\datos_comunes\demandas\aniobase2007.bin		
Agroland	TParqueEolico			
Agua_Leguas	TParqueEolico			
Alur	TGTer_Basico			
Amp_Biomasa	TGTer_Basico			
Amplin_2	TParqueEolico			

Fig. 66: Bloque encabezado de archivo SimRes

Comenzando desde arriba se tiene:

“Versión del simulador”, esto es la versión utilizada de SimSEE para llevar a cabo la simulación.

“Inicio simulación” fecha y hora de inicio de ejecución de la simulación.

“FechaIniSim” y **“FechaFinSim”**, son las fechas que determinan el horizonte de simulación.

“NCronicas” es la cantidad de crónicas simuladas.

“NPasos” es la cantidad de pasos de tiempo comprendida en el horizonte de simulación.

“NPostes” es la cantidad de postes en que se subdivide cada paso de tiempo.

“DurPos(h)” duración en horas de los postes.

“**NActores**” cantidad de Actores presentes en la Sala.

Continuando con el bloque encabezado, se tiene un listado de los Actores presentes indicando “**Nombre**”, “**Tipo de actor**” e “**Información adicional**” relevante para cada uno de ellos. En la Fig.66 se muestran los primeros 7 actores, de los 65 actores presentes en esta sala ejemplo (“NActores = 65”).

En la Fig.67 se muestra parte inicial del bloque de una crónica. La crónica simulada se indica en la parte superior izquierda con la etiqueta “**CRONICA**”, aclarando a continuación la semilla aleatoria que se utilizó para la misma (etiqueta “**SemillaAleatoria**”).

Siguiendo esa fila descriptiva de la crónica a la que está asociada el bloque comienza, viene la información resultante de la simulación. Las columnas corresponden a variables y las filas a los pasos de tiempo simulados.

Hay 4 filas encabezado de las columnas que indican el Actor, las unidades de la variable, el nombre de la variable y el poste asociado a la columna.

El ejemplo corresponde a una Sala de 4 postes y paso semanal y por eso los ordinales de los postes van de 1 a 4.

Hay variables que no tienen valor por poste sino que lo tienen solo por paso (el volumen de un embalse por ejemplo) y en ese caso el ordinal del Poste tendrá el valor 0 (cero) indicando que no tiene sentido especificar el Poste.

Luego de esas filas de encabezado, vienen las filas con los valores de las variables. Cada fila corresponde a un paso de tiempo de simulación, ordenados cronológicamente, esto es, desde el primer paso comprendido en el horizonte de simulación hasta el último. Las **columnas** se encuentran agrupadas con el criterio que se detalla a continuación; cada grupo de columnas muestra los valores que van tomando en cada paso de la simulación las distintas variables que exportan los Actores o los valores que presentan en sus bornes las Fuentes del sistema:

- Las columnas iniciales corresponden a los valores exportados por los **Nodos** presentes en el sistema.
- El grupo de columnas siguientes corresponden a los valores exportados por los **Arcos** presentes en el sistema, ordenados alfabéticamente.
- El grupo de columnas siguientes corresponden a los valores exportados por las **Demandas** del sistema, ordenadas alfabéticamente.
- El grupo de columnas siguientes corresponden a los valores exportados por los distintos **Generadores** presentes en el sistema (térmicos, eólicos o hidráulicos), ordenados alfabéticamente.
- El grupo de columnas siguientes corresponden a los valores exportados por los distintos Actores de **Comercio Internacional**, ordenados alfabéticamente.
- A continuación se muestran los valores que exportan en sus bornes las distintas **Fuentes Aleatorias** incluidas en la Sala, presentadas según el orden en que se encuentran declaradas en el formulario de edición de las Fuentes Aleatorias.
- Por último se exportan resultados globales inherentes a la **Sala** simulada.

Las dos columnas iniciales muestran el número del paso de simulación y la fecha correspondiente al inicio del mismo.

CRONICA:	1	SemillaAleat				32						
-	-	Montevideo	Montevideo	Montevideo	Montevideo	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	
-	-	[USD/MWh]	[USD/MWh]	[USD/MWh]	[USD/MWh]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	
-	-	cmg_P1	cmg_P2	cmg_P3	cmg_P4	P_P1	P_P2	P_P3	P_P4	PD_P1	PD_P2	
Paso	FechaInicio	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
1	27/04/2013	209,10	209,10	209,10	209,10	-1454,00	-1351,91	-1126,80	-855,08	1454,00	1351,91	
2	04/05/2013	120,22	120,22	120,22	1,00	-1491,21	-1400,62	-1188,85	-889,78	1491,21	1400,62	
3	11/05/2013	256,20	256,20	256,20	256,20	-1525,79	-1432,23	-1215,51	-909,71	1525,79	1432,23	
4	18/05/2013	279,04	279,04	279,04	279,04	-1563,26	-1467,11	-1245,07	-931,82	1563,26	1467,11	
5	25/05/2013	256,20	256,20	256,20	256,20	-1601,02	-1502,81	-1275,39	-954,54	1601,02	1502,81	
6	01/06/2013	278,80	278,80	278,80	264,40	-1636,29	-1536,77	-1304,32	-976,26	1636,29	1536,77	
7	08/06/2013	308,60	308,60	308,60	308,60	-1666,66	-1566,57	-1329,83	-995,42	1666,66	1566,57	

Fig. 67: Bloque de una crónica de archivo SimRes

Se observa en el ejemplo que la matriz corresponde a la crónica 1 de la simulación, la cual se simuló usando la semilla 32; el primer grupo de columnas corresponde a los valores exportados por el Nodo “Montevideo”. No existiendo otros nodos en el sistema, ni tampoco Arcos, el siguiente grupo de columnas corresponde a los valores exportados por la Demanda “Demanda”. En la figura se muestran las 10 primeras columnas, aunque la matriz en este ejemplo se compone de un total de 1.136 columnas (definidas como se explicara arriba por los valores exportados por los distintos Actores y Fuentes, así como la Sala) y las primeras 7 filas, aunque la matriz se compone de un total de 26 filas (definidas por los 26 pasos, en este caso semanales, incluidos dentro del horizonte de simulación).

El archivo SimRes, tiene el volcado de todas las variables exportadas por los Actores para poder ser usadas en el pos-procesador de resultados SimRes3. La documentación de este archivo en este Manual de Usuario es solo para el caso en que el usuario decidiera inspeccionar el archivo para un análisis particular puntual, pero no es recomendable acceder manualmente a este archivo como metodología de trabajo.

Las variables exportadas por cada tipo de Fuente y Actor se especifican en la documentación de referencia en los tomos II y III de esta serie de manuales de usuario respectivamente.

4.5.b.i Variables exportadas por la Sala

Hay determinadas variables globales de la simulación que son exportadas y puestas a disposición del usuario por la propia Sala. Estas variables aparecen como exportadas por la entidad “-” (esto es se identifica la Sala como un guión).

En los archivos de resultados del Simulador estas variables aparecen en las columnas más de la derecha de los bloques de resultados.

Las variables globales exportadas son:

CF InicioDelPaso, es el valor en USD del CF(X) al inicio del paso.

CFaux, es el valor de CF(X) en la política de operación auxiliar si es que se seleccionó una.

CPDirecto, es el Costo del Paso Directo. Esto es el costo directamente incurrido en el paso. Es la suma de los gastos de combustibles más costos de racionamiento (falla) más las importaciones menos exportaciones.

UPDirecta, es la Utilidad del Paso Directa. En caso de tener actores que expliciten una Utilidad por el uso de la energía (ej. Usos Gestionables) esta variable tien la suma de las utilidades generadas en el paso.

CPSimplex, es la estimación de $CPDirecto - UPDirecta + CF(X_s)$ resultante del problema lineal resuelto (el de la última iteración si el paso necesito varias iteraciones) siendo X_s el estado del sistema al final del paso de tiempo.

cntIterPaso, cantidad de interacciones utilizadas para la resolución del paso.

En la Fig.68 se muestra un ejemplo de valores exportados por la Sala en una corrida de paso semanal, para los primeros pasos de la tercera crónica resultado de la simulación.

CRONICA:	3						
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	[USD]	[USD]	[USD]	[USD]	[USD]	[u]
-	-	CF_AllInicioDelPaso	CFaux	CPDirecto	UPDirecta	CPSimplex	cntIterPaso
Paso	FechaInicioD						
		0	0	0	0	0	
1	27/04/2013	1578034094	1536023149	1803457	0	4103301,7	4
2	04/05/2013	1570915970	1602715014	17660409	0	22981609,7	4
3	11/05/2013	1592644019	1597218748	6915607,8	0	17258338,7	4
4	18/05/2013	1587471307	1622571871	14153322,1	0	23392511,9	4
5	25/05/2013	1551757135	1598306874	263811,6	0	5989018,9	4
6	01/06/2013	1575011360	1597496578	6439189,9	0	15920336,4	3
7	08/06/2013	1603936832	1595173532	8950998,4	0	17196054,2	1
8	15/06/2013	1654029839	1592949468	13837181,7	0	25124890,3	2
9	22/06/2013	1612835372	1513010214	2591117,6	0	7819076,4	4
10	29/06/2013	1657521788	1522786077	6937160,8	0	11434602,5	4

Fig. 68: Ejemplo de variables exportadas por una Sala.

En la última columna del ejemplo que se muestra, si bien el máximo que se permitia eran 4 iteraciones para la simulación (valor fijado por el usuario), se observa que en algunos pasos bastó con realizar 3, 1 o 2 (pasos 6, 7 y 8 respectivamente).

5. Ejemplo de creación de un Sala.

En este capítulo se desarrolla paso a paso la creación de una Sala.

5.1. Hipótesis del estudio.

Se desea analizar la evolución del despacho de energía eléctrica del sistema uruguayo en el año 2016. Se asume que el gas natural está disponible a partir del 1° de Marzo de 2016 y que la central de Punta del Tigre y el Ciclo Combinado (en construcción) operan con gas natural a partir de esa fecha.

5.1.a) Horizonte de Tiempo y Paso de Tiempo.

Se define el *Horizonte de Simulación* desde el 1° de Enero de 2016 al 31 de Diciembre de 2016.

Como *Horizonte de Optimización* se define desde el 1° de Enero de 2013 al 1° de Enero de 2019 dejando así dos años de guarda para la estabilización de la función de Costo Futuro en el algoritmo de Programación Dinámica Estocástica.

Se elige como “Paso de Tiempo” para este estudio, un paso Semanal, y cada semana se divide en 4 postes horarios con las duraciones que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1: Duración de postes del paso semanal.

Nº de Poste	Cantidad de Horas
Poste 1	5
Poste 2	30
Poste 3	91
Poste 4	42

Los postes 1 y 2 corresponden al consumo pico, el poste 4 a las horas de consumo valle y el poste 3 al consumo fuera de pico y valle.

5.1.b) Demanda.

Se asume que en el año 2016 la forma de la curva de carga es similar a la del año 2011 y que la proyección de crecimiento de la demanda es la indicada en la tabla 2.

Tabla 2: Proyección de la Demanda.

Año	Demanda del año[GWh]	Tasa de Crecimiento de la demanda en %
2012	10048 (real)	2.47% (real)
2013	10425	3.76%
2014	10782	3.42%
2015	11192	3.80%
2016	11621	3.83%
2017	12057	3.75%

5.1.b.i Escalones de Falla

Se consideran los Escalones de Falla vigentes a Octubre de 2013 y que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Definiciones de los escalones de falla.

Escalón de Falla	Profundidad	Costo USD/MWh
1	0 a 2%	350(*)
2	2% a 7%	600
3	7% a 14.5%	2400
4	14.5% a 100%	4800

(*) El costo variable del primer escalón de falla es igual al costo variable de la Central Térmica de Respaldo (CTR) más diez por ciento (10%).

5.1.c) Proyección de precios de los energéticos.

Como primera aproximación, se considera que los precios de los energéticos y contratos de compra – venta de energía son constantes durante todo el período de estudio.

Se asume que el precio del barril de petróleo es 110USD/bbl y el precio del Gas Natural 17USD/MMBtu.

5.1.d) Parque Generador.

5.1.d.i Parque Térmico.

En la Tabla 4 se presenta el parque generador térmico que se encuentra en servicio y en vías de incorporación al año 2013.

Tabla 4: Parque térmico instalado y en vías de instalación al año 2013

Central	NºUnidades	Pnom unitaria	Entrada en Servicio /Salida de Servicio
Sala B	1	48	Sale de Servicio 01/01/2016
5ta	1	75	
6ta	1	120	
Punta del Tigre	6	50	
Central Térmica de Respaldo (CTR)	2	100	
Motores	8	10	
Ciclo Combinado	1	180 180 180	Entra en servicio: 1 TG: 01/09/2014 2 TG: 01/11/2014 Se Combina el Ciclo (TV): 01/04/2016
Turbinas Arrendadas	8	22	Sale de Servicio: 01/11/2014
Motores Arrendados	1	50	Sale de Servicio: 01/11/2014

5.1.d.i.A Centrales Biomasa:

Se asume que todas las centrales de generación con biomasa instaladas y en vías de instalación al año 2016 (Tabla 5) son no sujetas a despacho centralizado.

Tabla 5: Generación con biomasa instalado y proyección al año 2016

Año	Potencia Instalada MW	Factor de Disponibilidad p.u.	Tiempo Medio de Reparación (Horas)
2013	80	0.8	360
Marzo 2014	150 (Montes del Plata)	0.8	360
Enero 2016	200	0.8	360

5.1.d.ii Parque Hidroeléctrico.

Dado que la capacidad de embalse de las centrales hidroeléctricas Baygorria (3 días aproximadamente), Palmar (2 semanas aproximadamente) y Salto Grande (2 semanas aproximadamente) es muy reducida, y el paso de tiempo de la simulación es semanal, se modelan estas centrales como centrales hidroeléctricas de pasada. La central hidroeléctrica Gabriel Terra cuenta con una capacidad de embalse mucho mayor (aproximadamente 4 meses) por lo que se modelará como central hidroeléctrica con embalse.

En la Tabla 6 se presentan los parámetros generales de las centrales hidroeléctricas:

Tabla 6: Parámetros generales de las centrales hidroeléctricas

	u	m3/s	MW	p.u.	m	m	m/(m3/s)	m/(m3/s)^2
Central	Unidades	$Q_{m\acute{a}x}$	$P_{m\acute{a}x}$	η	h_{Toma}	$h_{Descarga}$	c_a	c_b
Baygorria	3	276	36	0.783	54	40	1.76E-03	-1.06E-07
Palmar	3	457.6	111	0.902	40	5.97	2.90E-03	-1.51E-07
Salto_UY	7	602	135	0.9	34	5	1.38E-03	-3.20E-08
Gabriel Terra	4	170	38.8	0.949	76	54	1.60E-03	6.90E-08

Estos parámetros determinan la relación entre el caudal turbinado Q_T y la potencia generada P_G de acuerdo con la ec.2.

$$P_G = Q_T \rho g ((h_{Toma} - h_{Descarga}) - (c_a Q_E + c_b Q_E^2)) \eta \quad \text{ec.(2)}$$

En donde ρ es la densidad del agua, g es la aceleración gravitatoria, η es el rendimiento complejo del grupo turbina generador y Q_E es el caudal erogado por la central (suma de los turbinados y vertidos).

5.1.d.iii Parque Eólico.

A los efectos del despacho económico se asume que el costo variable de la generación de origen eólica es cero y el Pago por Energía es 80 USD/MWh.

Tabla 7: Cronograma de incorporación de centrales eólicas

Fecha	Potencia Instalada (MW)
01/01/2013	50
01/01/2014	100
01/06/2014	250
01/01/2015	400
01/06/2015	600
01/01/2016	800
01/06/2016	1000
01/01/2017	1100

En la Tabla 7 se presenta el calendario de incorporación de centrales eólicas al año 2017 que fue considerado en este estudio.

5.1.e) Comercio Internacional.

5.1.e.i Argentina.

Se habilita la posibilidad de exportar excedentes de energía a 15 USD/MWh.

5.1.e.ii Brasil.

En este ejemplo no se tiene en cuenta posibles intercambios comerciales de energía con Brasil.

5.2. Creando la sala con el Editor.

Para crear una nueva sala en el Editor de SimSEE se debe seleccionar la opción Archivo – Nuevo como se muestra en la Fig.69.

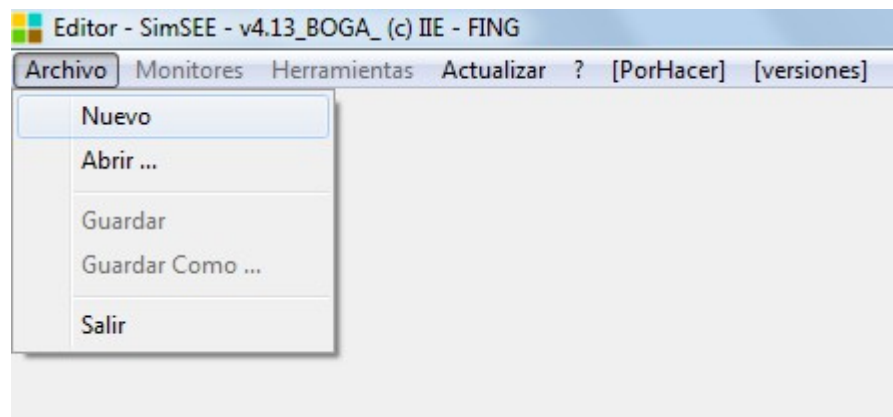


Fig. 69: Archivo -> Nuevo

5.2.a) Variables Globales.

En la ventana de Variables Globales se debe ingresar la Fecha de Inicio y Fecha de Fin del proceso de Optimización y Simulación, la cantidad de postes del Paso de Tiempo y la Duración de cada uno de los postes definidos. En la Fig.70 se muestra el formulario de datos globales de la sala con los valores del ejemplo cargados.

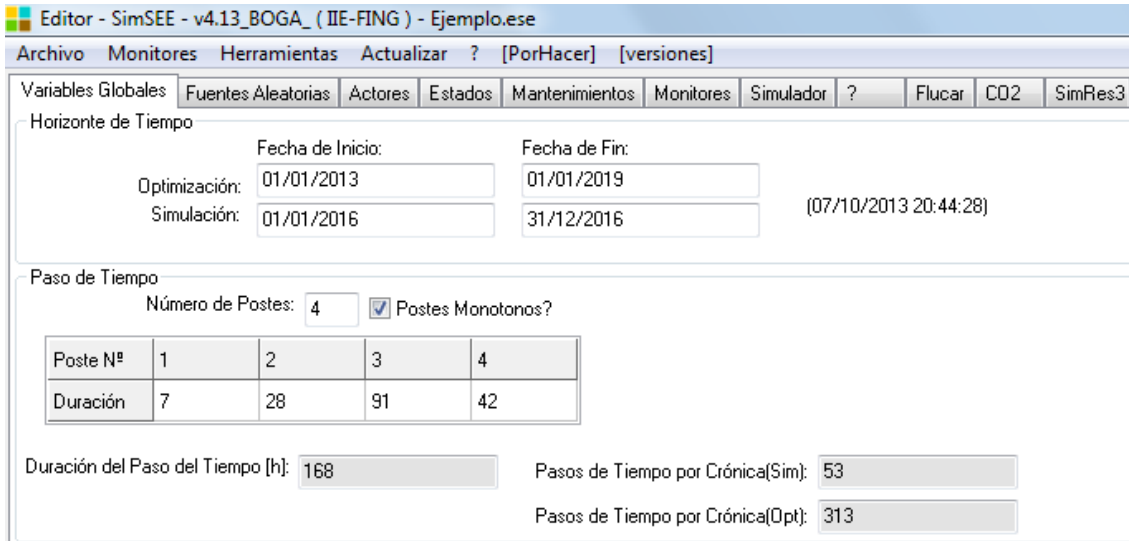


Fig. 70: Variables globales.

5.2.b) Fuentes Aleatorias

Para crear las fuentes aleatorias, se debe seleccionar la solapa Fuentes y posteriormente el botón Agregar Fuente. Se abre la ventana Seleccione el Tipo donde se muestran todos los tipos de fuentes aleatorias que es posible crear en SimSEE. En la Fig. 71 se han marcado los pasos para agregar una fuente del tipo Constante.

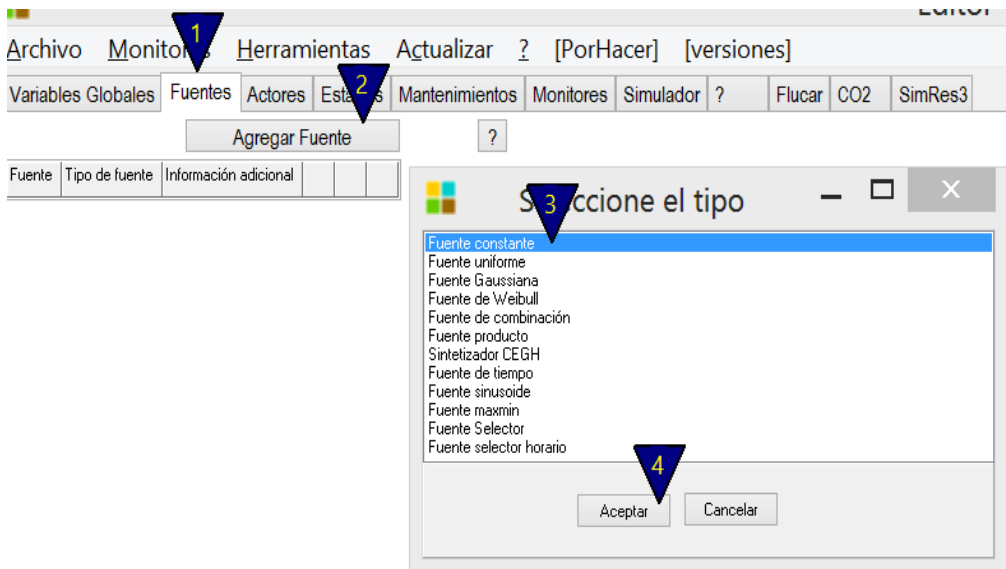


Fig. 71: Agregar una fuente.

En este ejemplo se deben agregar las siguientes fuentes:

- Fuente Constante “Cero” para modelar el aporte de la central hidroeléctrica Baygorria.

- Fuente Constante para modelar la exportación de excedentes de energía a Argentina.
- Fuente Sintetizador CEGH “Lluvias” para modelar el recurso hidroeléctrico.
- Sintetizador CEGH para modelar el recurso eólico.

5.2.b.i Fuentes Constantes

Para modelar las fuentes constantes, se debe seleccionar el tipo Fuente Constante. En la figura a continuación se muestra el Editor de Fuente constante y la ventana de parámetros dinámicos que se usará para modelar la exportación de excedentes de energía a Argentina a 15USD/MWh con los formularios que se muestran en la Fig.72.

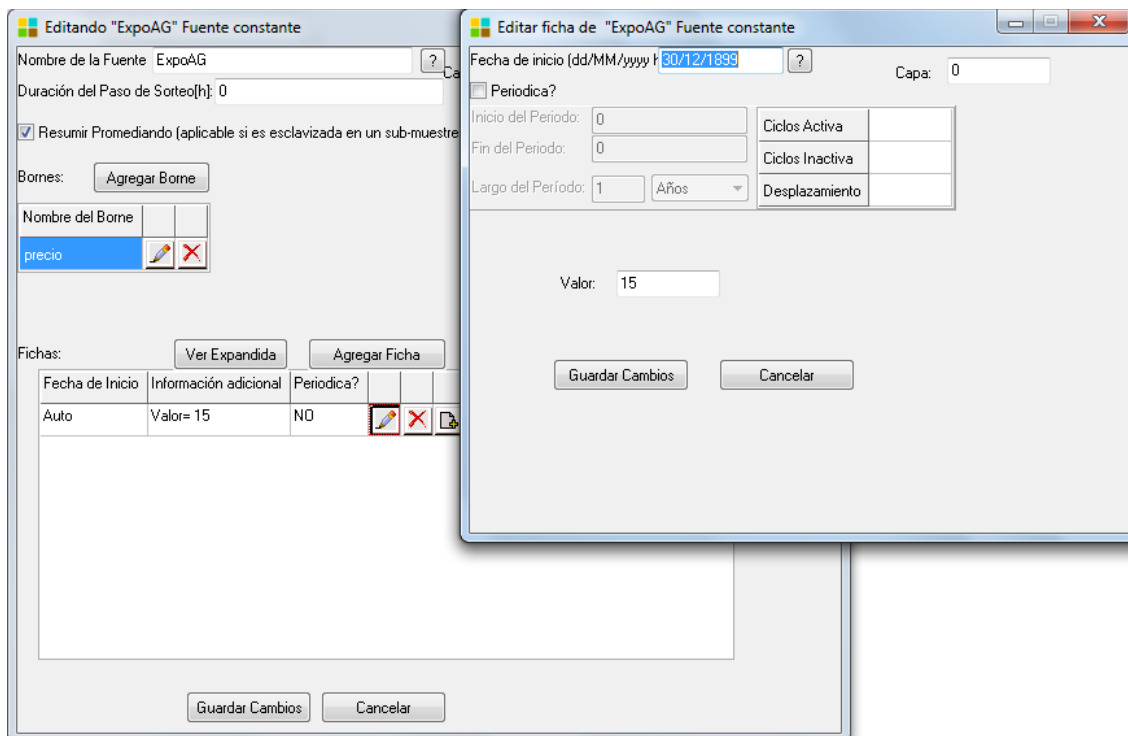


Fig. 72: Fuente constante valor = 15 USD/MWh

En forma análoga se crea la fuente constante de valor cero para modelar el aporte hidrológico a la central hidroeléctrica Baygorria.

5.2.b.ii Fuente Sintetizador CEGH

Para modelar las fuentes Sintetizadoras CEGH, se debe contar previamente con el archivo de datos de la fuente. Por defecto en la carpeta `simsee\datos_comunes\sintetizadores\` se puede acceder a varios archivos de datos que pueden ser usados para crear la fuente sintetizadora de aportes hidrológicos y las de viento.

En la Fig.73 se muestra el Editor de Fuente Sintetizador CEGH de aportes hidrológicos que ha sido usado en este ejemplo. Por ser un estudio a partir del

año 2016, no se cargan datos en el cono de pronósticos (los pronósticos tienen sentido solo en los estudios de corto plazo a partir de la información del presente).

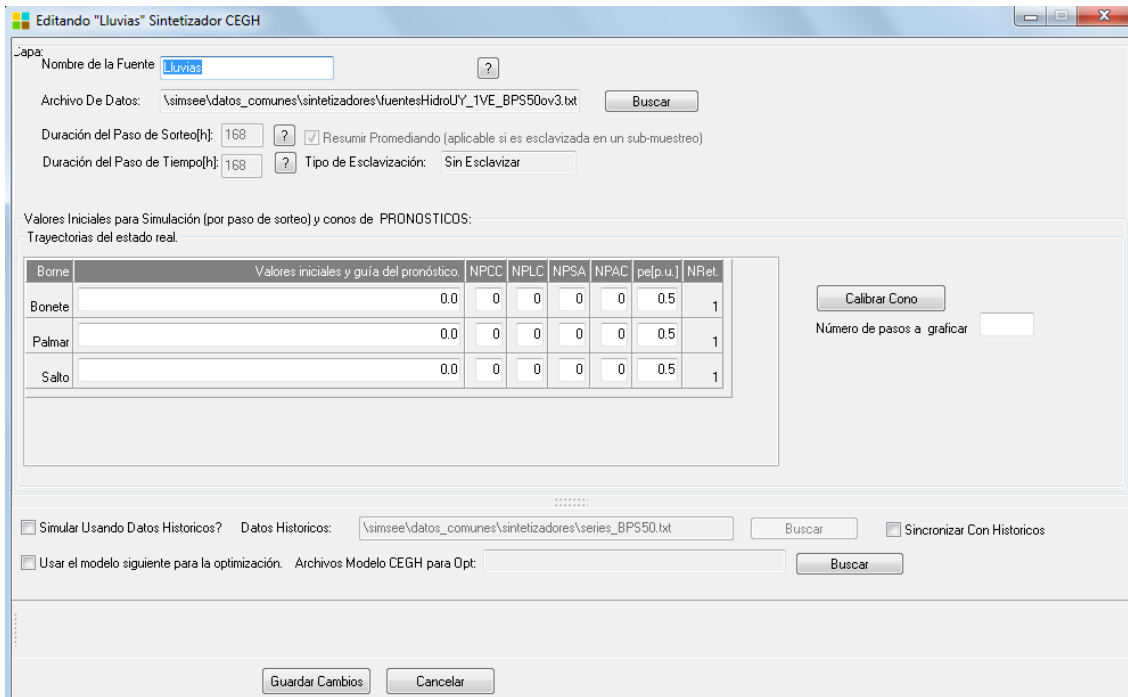


Fig. 73: Fuente Sintetizador CEGH.

En forma análoga se crea la fuente sintetizadora de viento, que se usó para modelar la generación eólica.

5.2.c) Actores.

5.2.c.i Red.

Los componentes de Red que es posible modelar en SimSEE son Nodos y Arcos. En este ejemplo por simplicidad vamos a suponer que toda la generación y demanda están asociadas a un único Nodo.

Para crear un Nodo, se debe seleccionar la Solapa Red que se encuentra dentro de la Solapa Actores y hacer un click en el botón “Agregar Actor”. Se selecciona el tipo de actor Nodo y se abre el editor donde se debe indicar un nombre para este Nodo.

Se debe indicar la Capa a la que pertenece cada actor. Por defecto se crean en la Capa 0. El formulario correspondiente a la edición de un Nodo es el que se muestra en la Fig.74.

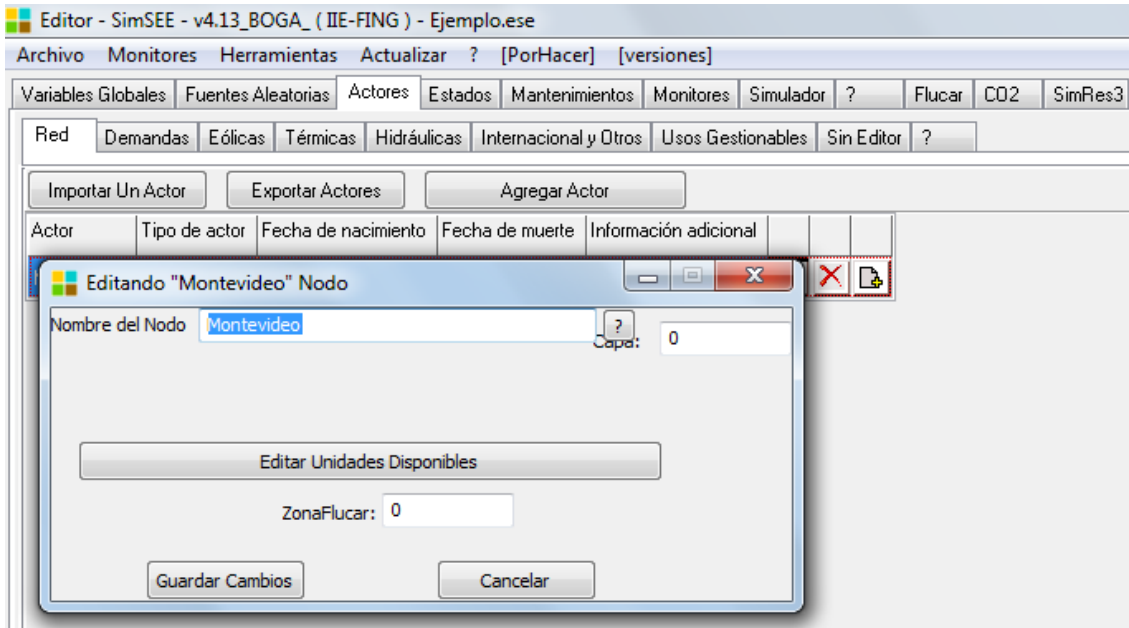


Fig. 74: Actor Nodo.

A todo actor que se crea en SimSEE hay que asignarle un Nombre, en este ejemplo llamaremos “Montevideo” al Nodo creado (único Nodo del sistema ejemplo).

5.2.c.ii Demandas.

En este ejemplo se cuenta con la información de la demanda horaria de un año histórico (archivo binario) y con una proyección de crecimiento anual de la demanda de energía eléctrica.

Por este motivo se opta por modelar la demanda usando el actor “Demanda generada a partir de un año base y vector de energías anuales”. En la Fig. 75 se muestran el editor del actor “Demanda generada a partir de un año base y vector de energías anuales” que tiene cargada la información de este ejemplo.

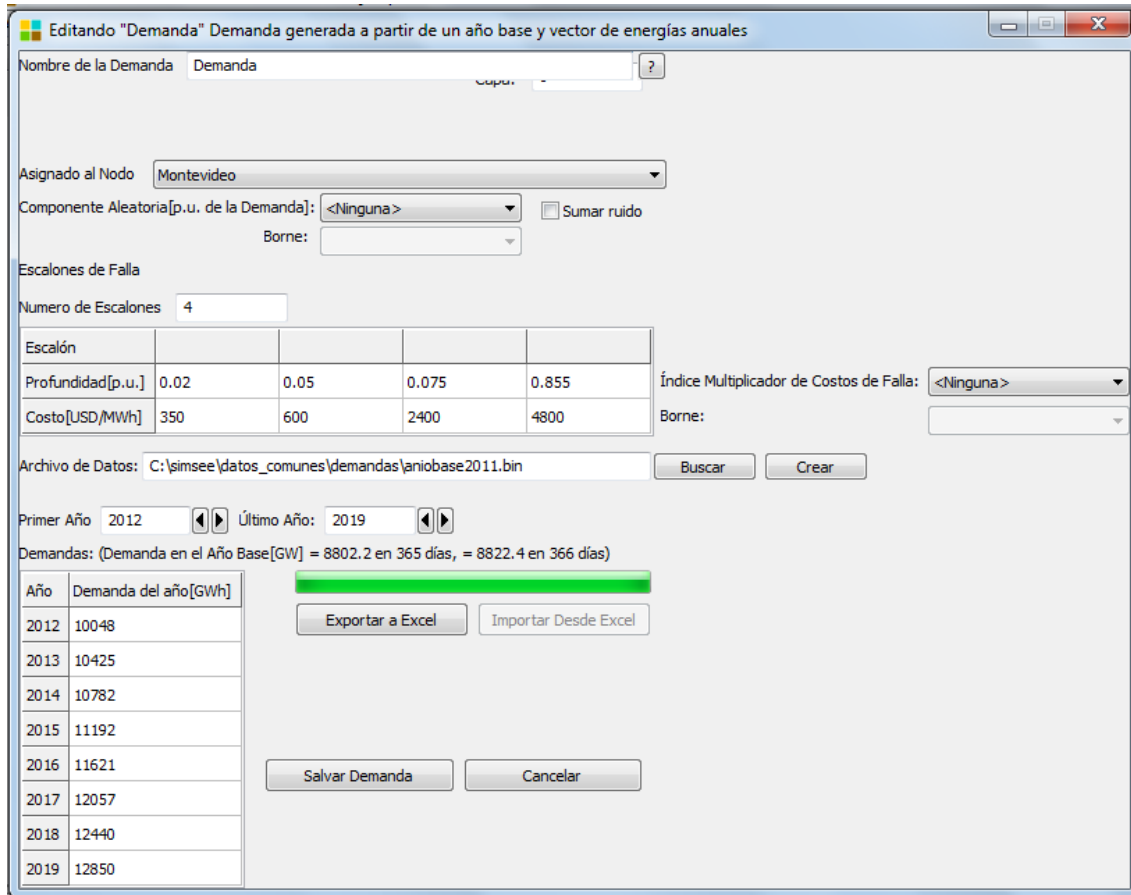


Fig. 75: Actor Demanda (año base e índices)

A este actor *Demanda* se le ha puesto el nombre “Demanda” y se la asigna al Nodo “Montevideo” antes creado.

En *Escalones de Falla*, se crearon los 4 escalones de falla que fueron especificados en el apartado 5.1.b.i. En este ejemplo se consideran los costos de falla constantes en todo el periodo de estudio. Por este motivo no se aplica un Índice Multiplicador de Costos de Falla. Si se deseara hacerlo, habría que crear previamente la fuente aleatoria deseada.

En Archivos de Datos se carga el archivo “aniobase2011.bin” que tiene la información de la potencia horaria del año 2011.

En la etiqueta “Demandas” se indica los GWh correspondientes al año base si el mismo es bisiesto o no. En la tabla debajo de esta información se carga el vector de energías anuales al menos para cubrir el horizonte de Optimización. En este ejemplo el periodo de estudio es desde el 1° de Enero de 2013 al 1° de Enero de 2018 (periodo de optimización).

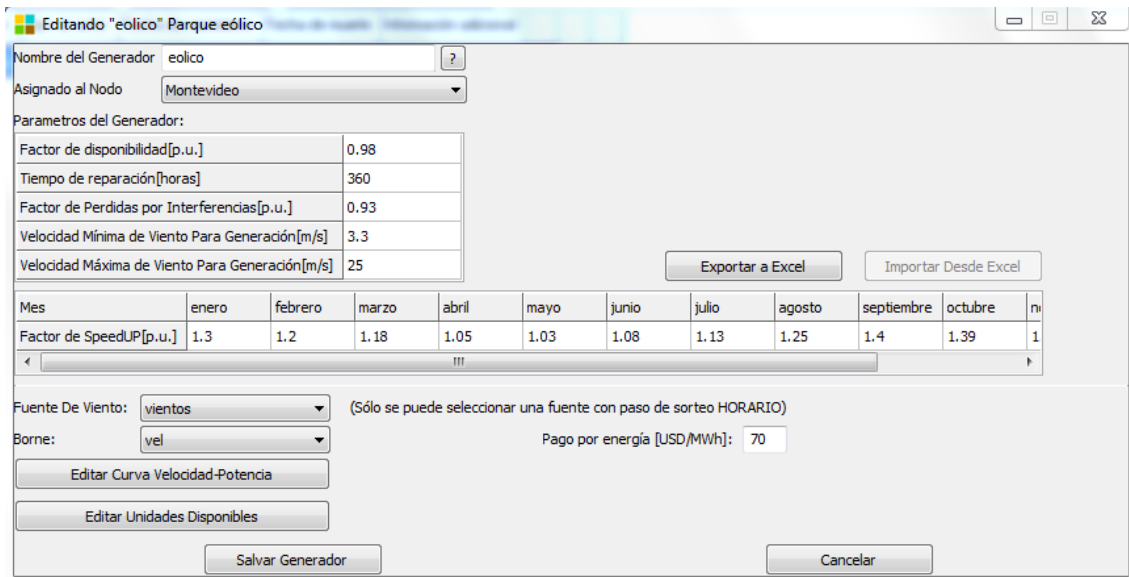
Se considera que la demanda de este ejemplo no tiene componente aleatoria, para ello se especificó *Ninguna* en “Componente aleatoria (p.u. de la Demanda).

5.2.c.iii Eólica.

Es posible modelar los parques eólicos con diferente grado de detalle según cuál sea la información disponible. En los casos en que se cuente con información de la serie de viento en el sitio donde se encuentra el parque eólico y se desee hacer un modelado más detallado, se podrá modelar esos parques en forma independiente. Para ello se debe crear previamente un sintetizador CEGH con la serie de viento correspondiente y posteriormente crear el actor *Parque eólico* o *Parque eólico vxy* según cual sea la información disponible del recurso y parque.

En este ejemplo por simplicidad asumiremos que todos los aerogeneradores están conectados al mismo nodo, tienen las mismas características técnicas y además el recurso eólico de todos los parques es el mismo; por estos motivos se crea un único actor “Parque eólico”.

En la Fig.76 se muestra el editor *Parque eólico* de este ejemplo.



Mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
Factor de SpeedUP[p.u.]	1.3	1.2	1.18	1.05	1.03	1.08	1.13	1.25	1.4	1.39	1.1

Fig. 76: Actor *Parque Eólico*.

Este actor se asignó al nodo *Montevideo* y se ingresaron los parámetros del Generador. Se recuerda que estos *Parámetros del Generador* son comunes a todas las unidades de este actor (aerogeneradores) pero dichas unidades son independientes entre sí.

Se asigna a la *Fuente de Viento* el sintetizador *CEGH vientos* (creada previamente en la solapa Fuentes) con su borne asociado.

En la Figuras 77 y 78 se muestran el editor la *Curva Velocidad-Potencia* del aerogenerador y el editor de las unidades disponibles.

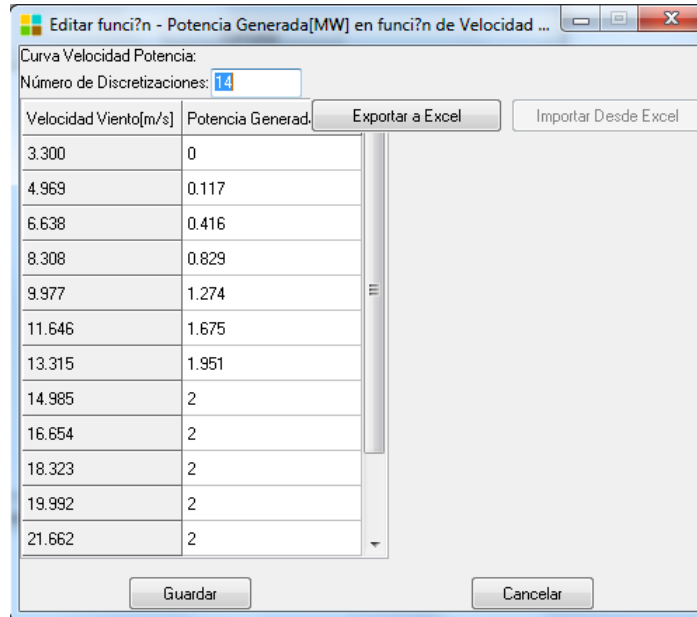


Fig. 77: Editor de la curva Potencia Velocidad del aerogenerador.

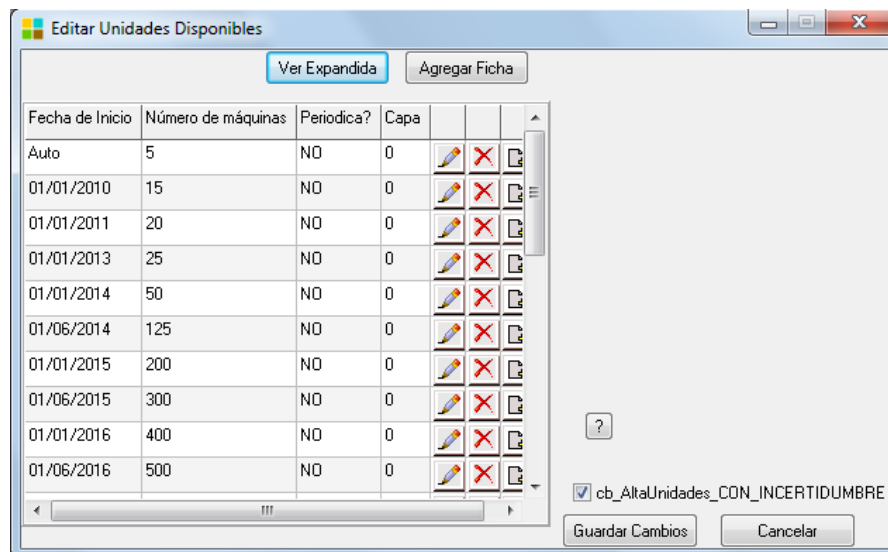


Fig. 78: Editor de las unidades del Parque Eólico.

En la curva velocidad – potencia se ha especificado que la potencia máxima que se puede extraer de cada aerogenerador es 2MW, esto significa que si al 01/01/2014 se encuentran instaladas 50 unidades, la potencia máxima total que podría extraerse será $50 \times 2 = 100\text{MW}$.

5.2.c.iv Térmicas.

En los casos en que las centrales estén formadas por más de una unidad de iguales características e independientes entre sí, lo más adecuado es crear

una ficha de parámetros dinámicos con las características de una unidad e indicar el número de unidades disponibles de dicha central. De esta forma las unidades operan en forma independiente, se les puede asignar mantenimientos programados independientes y la salida de servicio por indisponibilidad fortuita de una máquina es independiente del resto. En esta situación se encuentran las centrales Punta del Tigre, Central Térmica de Respaldo, Motores, turbinas alquiladas.

La elección del tipo de actor con que se modela cada una de las centrales térmicas de un estudio, debe tener en cuenta las características de la central, el paso de tiempo del estudio, el tiempo requerido en la optimización y simulación y la disponibilidad de datos.

En este ejemplo, donde se desea analizar el costo de abastecimiento de la demanda en un año futuro con paso de tiempo semanal, por simplicidad se modelaron las centrales térmicas a excepción del ciclo combinado como generador térmico básico. La información de las centrales térmicas del ejemplo se resume en la tabla 8.

Tabla 8: Centrales térmicas.

Central	N° Unidades	Potencia unidad	Costo variable	Factor Disponibilidad
Sala B	1	48	255	0.5
5ta	1	75	206	0.75
6ta	1	120	209	0.75
Motores	8	10	177	0.9
Punta del Tigre Gas Oil	6	50	250	0.85
Punta del Tigre Gas Natural	6	50	160	0.85
Central Térmica de Respaldo	2	100	308	0.75
Motores Alquilados	1	50	265	0.9
Turbinas Alquiladas	8	25	270	0.9

Para crear un Generador térmico se debe seleccionar la solapa “Actores”, posteriormente la solapa “Térmicas” y por último el botón “Agregar Actor”. Se abre la ventana donde se muestra la lista de los tipos de actores disponibles. En este caso se selecciona el tipo Generador térmico básico con se muestra en la Fig.79.

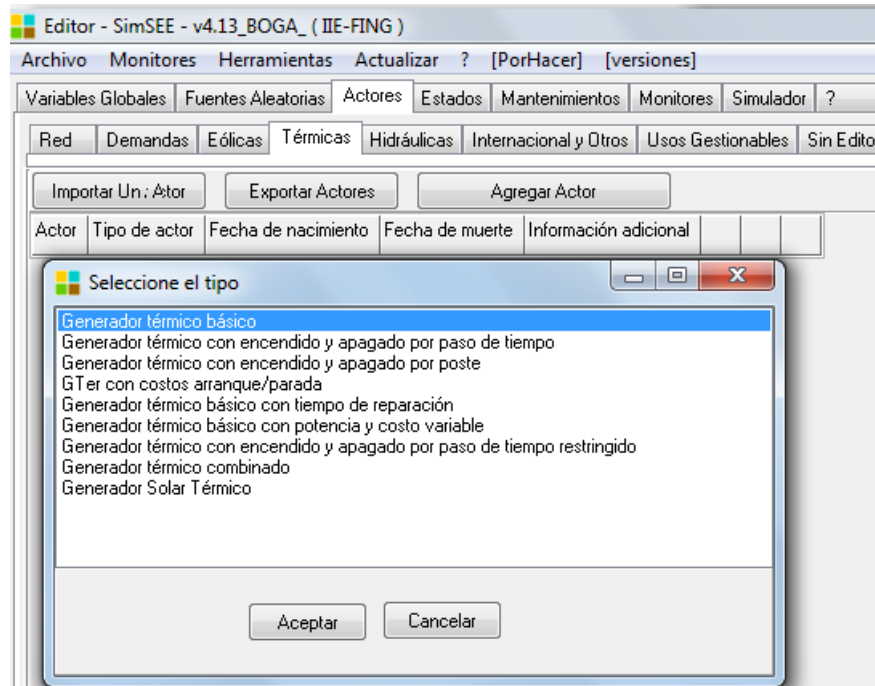


Fig. 79: Fig. Agregando un generador térmico básico.

Al presionar “Aceptar”, se abre la ventana de edición del generador, donde se debe indicar el nombre y el nodo al que se asigna el generador. Con el botón “Agregar Nueva Ficha” se abre una ficha de parámetros dinámicos del generador sin datos donde se ingresan los parámetros del mismo.

En la Fig.80 se muestra la ficha donde se da el alta del generador y la ficha de parámetros dinámicos correspondientes a la central térmica de respaldo (CTR) que fue modelada en este ejemplo.

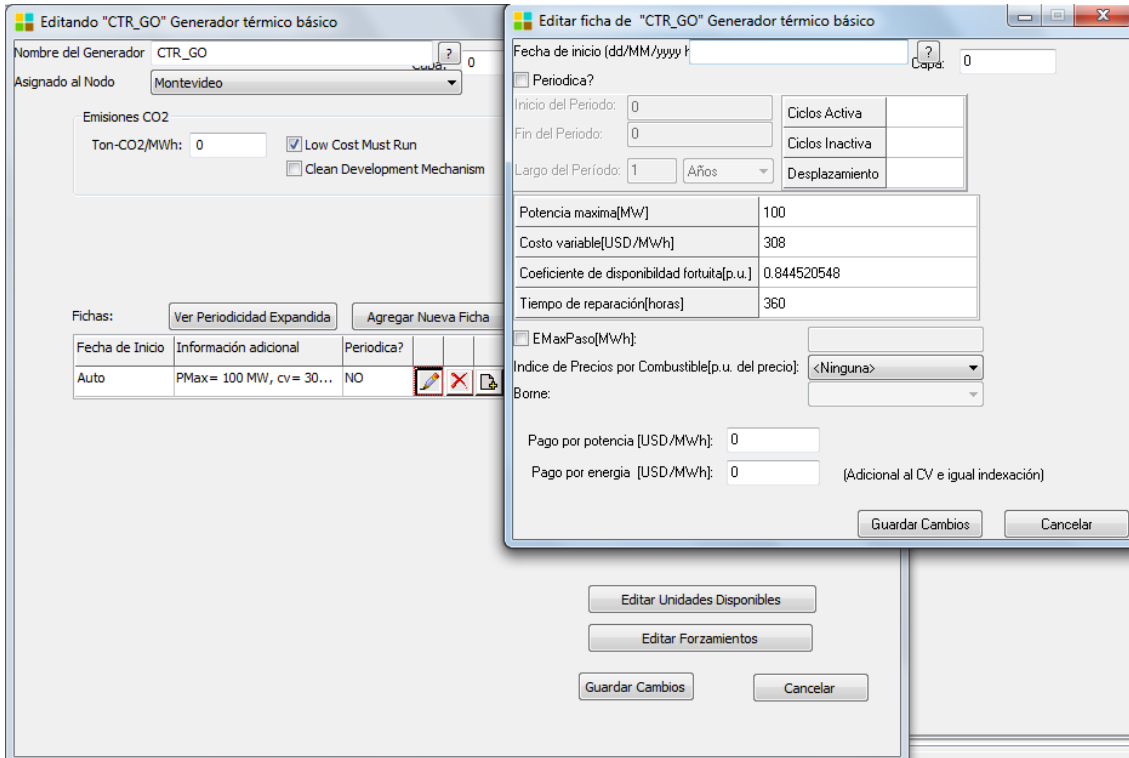


Fig. 80: Ficha de parámetros dinámicos de un generador térmico básico.

Una vez creada la ficha de parámetros dinámicos, con el botón *Editar Unidades Disponibles* se debe especificar la cantidad de unidades disponibles de esta central en el período de estudio. Cuando se crea un actor, por defecto se crea una unidad disponible con fecha “Auto”. En este ejemplo, editando esa ficha se ha indicado que hay 2 unidades como se muestra en la Fig.81.

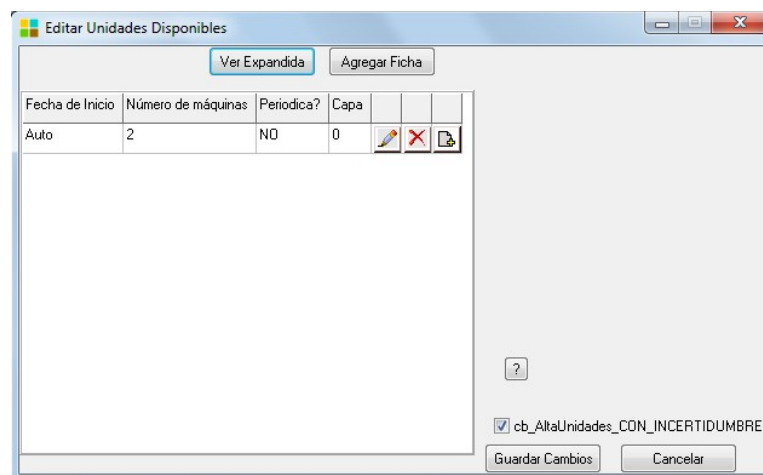
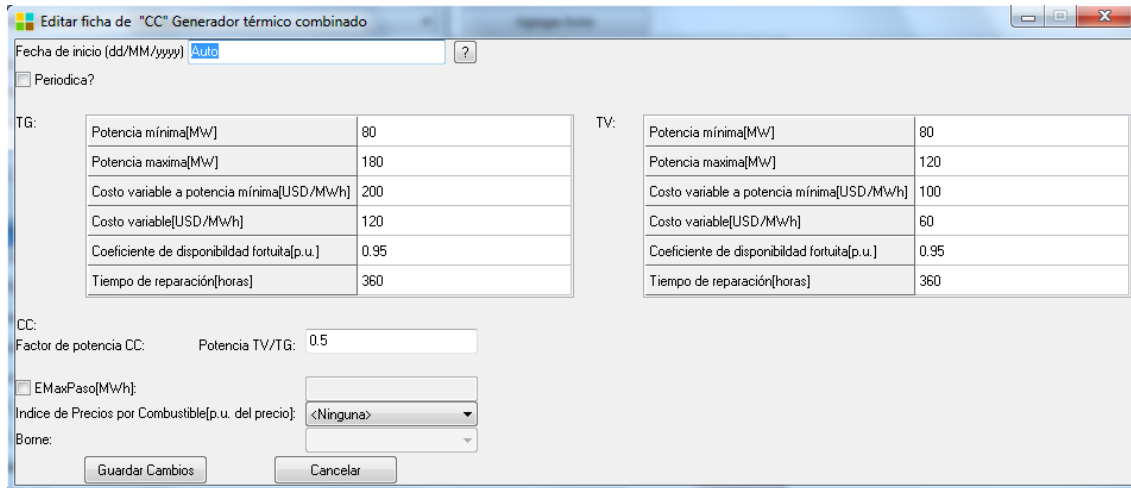


Fig. 81: Ficha de unidades disponibles.

Con el mismo procedimiento se crean el resto de los actores que son modelados como *Generador térmico básico*.

Como se ha mencionado anteriormente en este ejemplo, el ciclo combinado se modela con el tipo de actor *Generador térmico combinado*.

En la Fig.82 se muestra la ficha de parámetros dinámicos correspondientes al ciclo combinado y en la Fig.83 una la ficha de Unidades Disponibles.



Editar ficha de "CC" Generador térmico combinado

Fecha de inicio (dd/MM/yyyy) ?

Periodica?

TG:		TV:	
Potencia mínima[MW]	80	Potencia mínima[MW]	80
Potencia máxima[MW]	180	Potencia máxima[MW]	120
Costo variable a potencia mínima[USD/MWh]	200	Costo variable a potencia mínima[USD/MWh]	100
Costo variable[USD/MWh]	120	Costo variable[USD/MWh]	60
Coefficiente de disponibilidad fortuita[p.u.]	0.95	Coefficiente de disponibilidad fortuita[p.u.]	0.95
Tiempo de reparación[horas]	360	Tiempo de reparación[horas]	360

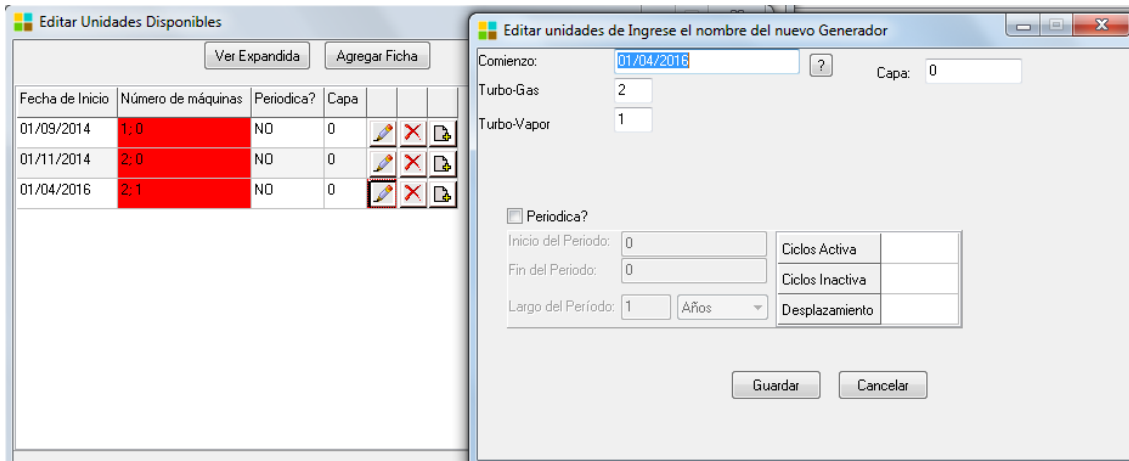
CC:
Factor de potencia CC:

EMaxPaso[MWh]:

Indice de Precios por Combustible[p.u. del precio]:

Borne:

Fig. 82: Parámetros dinámicos del Ciclo Combinado.



Editar Unidades Disponibles

Fecha de Inicio	Número de máquinas	Periodica?	Capa			
01/09/2014	1, 0	NO	0			
01/11/2014	2, 0	NO	0			
01/04/2016	2, 1	NO	0			

Editar unidades de Ingrese el nombre del nuevo Generador

Comienzo: ?

Turbo-Gas:

Turbo-Vapor:

Periodica?

Inicio del Periodo: Ciclos Activa:

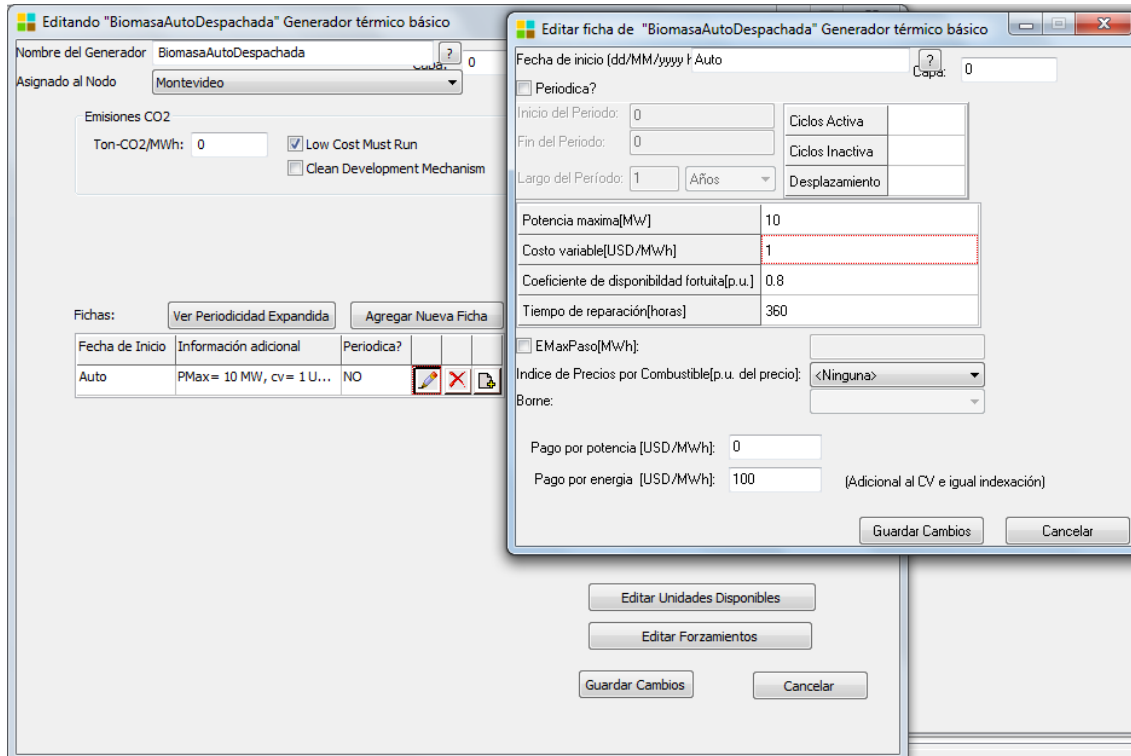
Fin del Periodo: Ciclos Inactiva:

Largo del Periodo: Años Desplazamiento:

Fig. 83: Ficha unidades del Ciclo Combinado.

Se observa que el 01/09/2014 entra en servicio la primera turbina de gas, el 01/11/2014 la segunda turbina de gas y el 01/04/2016 entra en servicio la turbina de vapor y se combina el ciclo.

Las centrales de biomasa fueron modeladas como un *Generador térmico básico* con varias unidades, costo variable 1 USD/MWh y pago por energía 100 USD/MWh. Con el costo variable de 1 USD/MWh, este generador será despachado siempre que esté disponible (salvo en situaciones excepcionales de vertimiento turbinables en las centrales hidroeléctricas).



5.2.c.v Hidráulicas.

Debido a la baja capacidad de embalse de las centrales hidroeléctricas Palmar, Baygorria y Salto Grande Uruguay y que en este ejemplo el paso de tiempo es semanal, fueron modeladas como centrales de pasada. La central hidroeléctrica Rincón del Bonete (también conocida como Terra) fue modelada como central hidroeléctrica con embalse ya que cuenta con una capacidad de almacenamiento de unos 120 días.

La Fig.84 muestra el las tres centrales sobre el Río Negro en la secuencia en que están hubicadas. Lo erogado por Bonete Represas sobre el Río Negro:

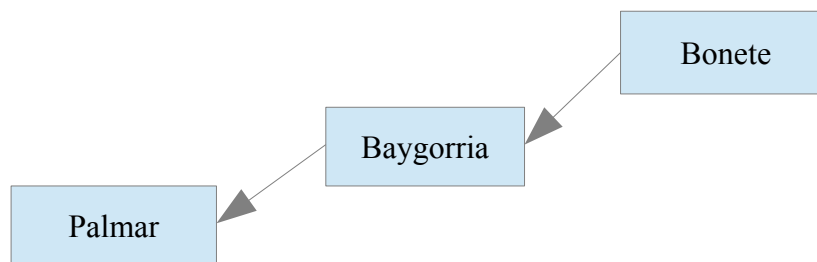


Fig. 84: Encadenamiento de centrales sobre el Río Negro.

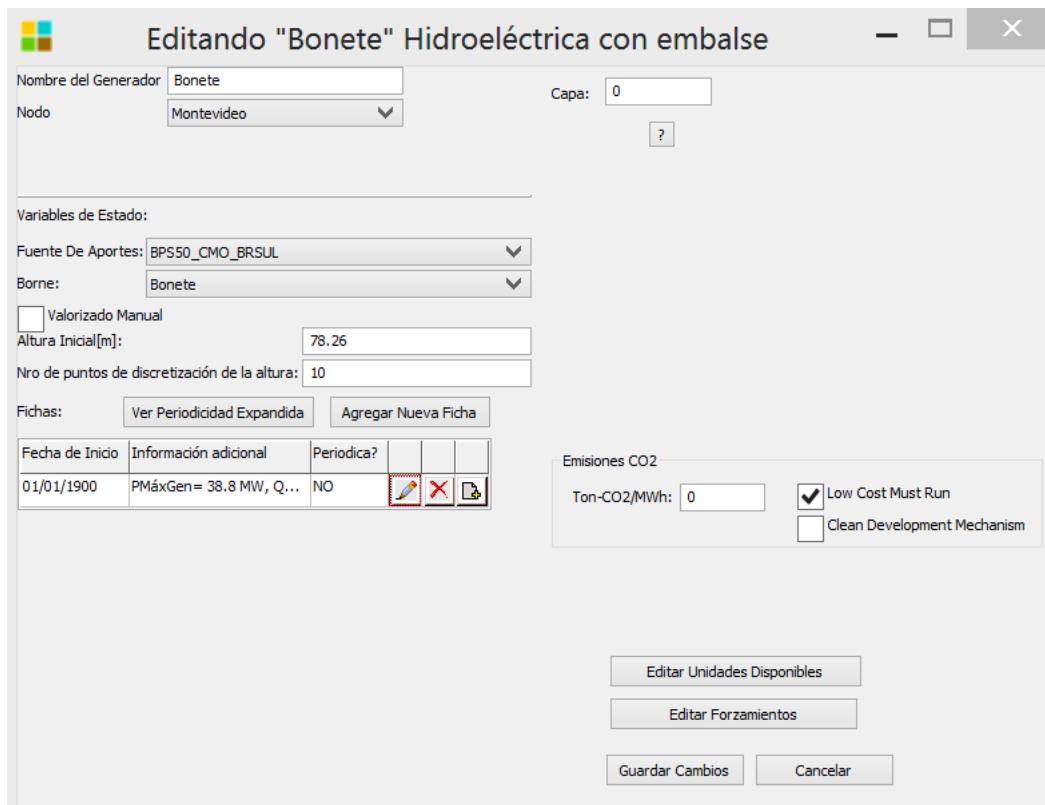
Bonete es la central que está *aguas arriba* y descarga en Baygorria. Baygorria tiene a la central Bonete *aguas arriba* y descarga en Palmar.

Palmar tiene a la central Baygorria *aguas arriba* y es la última central sobre el Río Negro.

5.2.c.v.A Ficha de Gabriel Terra (Bonete)

La central Bonete es la única que se modela en este ejemplo como central *Hidroeléctrica con embalse*.

En la Fig.85 se muestran los parámetros estáticos de la Central. Como se puede apreciar, el generador tiene nombre “Bonete”, está conectado en el nodo “Montevideo”, está en la Capa “0”. Como Fuente de Aportes se ha conectado a una fuente “BPS50_CMO_BRSUL” en el borne “Bonete” de dicha fuente. El casillero “Valorización Manual” está desmarcado lo que implica que esta central será tenida en cuenta en la optimización y se creará una valorización del agua embalsada (como la derivada de la función de Costo Futuro). La Altura Inicial está fijada en 78.26m y se ha determinado que el volumen embalsable será discretizado en 10 puntos de cálculo (de cero al máximo). En las fichas de parámetros dinámicos se puede ver que hay una desde el 1/1/1900. Presionando el lápiz se puede editar dicha ficha con el formulario que se muestra en la Fig.86.



The screenshot shows a software window titled "Editando 'Bonete' Hidroeléctrica con embalse". The window contains the following fields and controls:

- Nombre del Generador:** Bonete
- Nodo:** Montevideo
- Capa:** 0
- Variables de Estado:**
 - Fuente De Aportes:** BPS50_CMO_BRSUL
 - Borne:** Bonete
 - Valorizado Manual
 - Altura Inicial[m]:** 78.26
 - Nro de puntos de discretización de la altura:** 10
- Fichas:** Ver Periodicidad Expandida, Agregar Nueva Ficha
- Table of dynamic parameters:**

Fecha de Inicio	Información adicional	Periodica?			
01/01/1900	PMáxGen= 38.8 MW, Q...	NO			
- Emisiones CO2:**
 - Ton-CO2/MWh:** 0
 - Low Cost Must Run
 - Clean Development Mechanism
- Buttons:** Editar Unidades Disponibles, Editar Forzamientos, Guardar Cambios, Cancelar

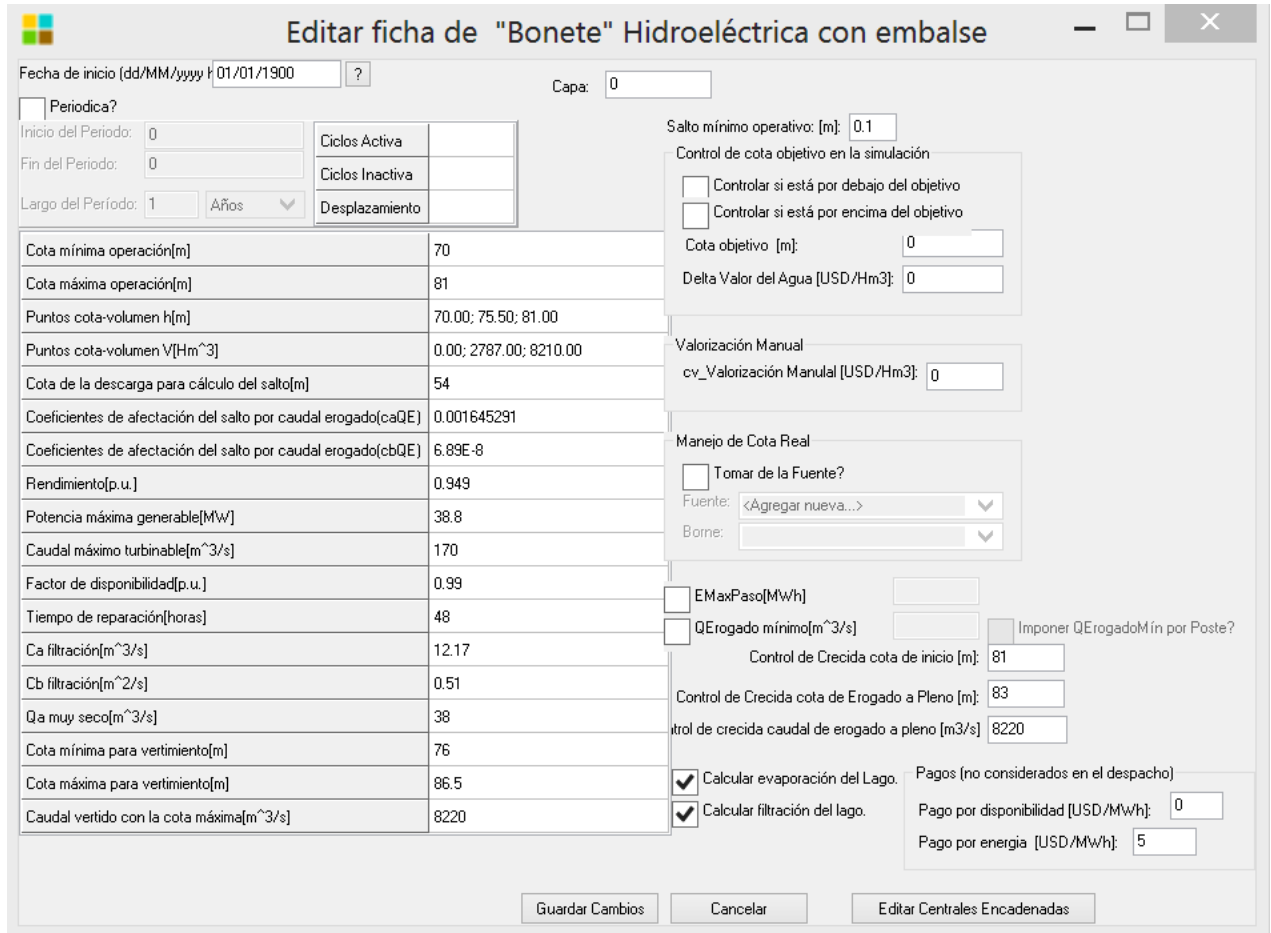
Fig. 85: Parámetros estáticos de Bonete.

El Panel de emisiones CO2 permite especificar como participa este generador en los métodos de cálculo de emisiones del sistema.

El botón “Editar Unidades” permite especificar la cantidad de unidades disponibles.

El botón “Forzamientos” permite especificar si el generador tiene generación forzada.

La Fig.86 muestra los parámetros dinámicos configurados para Bonete.



Editar ficha de "Bonete" Hidroeléctrica con embalse

Fecha de inicio (dd/MM/yyyy): 01/01/1900 ? Capa: 0

Periódica?

Inicio del Periodo: 0 Ciclos Activa: Ciclos Inactiva: Desplazamiento:

Fin del Periodo: 0

Largo del Período: 1 Años

Cota mínima operación[m]	70
Cota máxima operación[m]	81
Puntos cota-volumen h[m]	70.00; 75.50; 81.00
Puntos cota-volumen V[Hm ³]	0.00; 2787.00; 8210.00
Cota de la descarga para cálculo del salto[m]	54
Coefficientes de afectación del salto por caudal erogado(caQE)	0.001645291
Coefficientes de afectación del salto por caudal erogado(cbQE)	6.89E-8
Rendimiento[p.u.]	0.949
Potencia máxima generable[MW]	38.8
Caudal máximo turbinable[m ³ /s]	170
Factor de disponibilidad[p.u.]	0.99
Tiempo de reparación[horas]	48
Ca filtración[m ³ /s]	12.17
Cb filtración[m ² /s]	0.51
Qa muy seco[m ³ /s]	38
Cota mínima para vertimiento[m]	76
Cota máxima para vertimiento[m]	86.5
Caudal vertido con la cota máxima[m ³ /s]	8220

Salto mínimo operativo: [m]: 0.1

Control de cota objetivo en la simulación

Controlar si está por debajo del objetivo

Controlar si está por encima del objetivo

Cota objetivo [m]: 0

Delta Valor del Agua [USD/Hm3]: 0

Valorización Manual

cv_Valorización Manual [USD/Hm3]: 0

Manejo de Cota Real

Tomar de la Fuente?

Fuente: <Agregar nueva...>

Borne:

EMaxPaso[MWh]

QErogado mínimo[m³/s] Imponer QErogadoM in por Poste?

Control de Crecida cota de inicio [m]: 81

Control de Crecida cota de Erogado a Pleno [m]: 83

Control de crecida caudal de erogado a pleno [m³/s]: 8220

Calcular evaporación del Lago. Pagos (no considerados en el despacho)

Calcular filtración del lago. Pago por disponibilidad [USD/MWh]: 0

Pago por energía [USD/MWh]: 5

Guardar Cambios Cancelar Editar Centrales Encadenadas

Fig. 86: Parámetros dinámicos de Bonete.

El significado de cada uno de estos parámetros de puede leer en el manual de referencia de Actores.

El botón “Editar Centrales Encadenadas” permite hacer la conexión entre las centrales. En este caso como se muestra en la Fig.87, en “Central de Descarga” se ha seleccionado “Baygorria” (que es del tipo “THidroDePasada”) y la lista de “Centrales Aguas Arriba” está vacía indicando que Bonete no recibe caudales erogado por otras centrales.

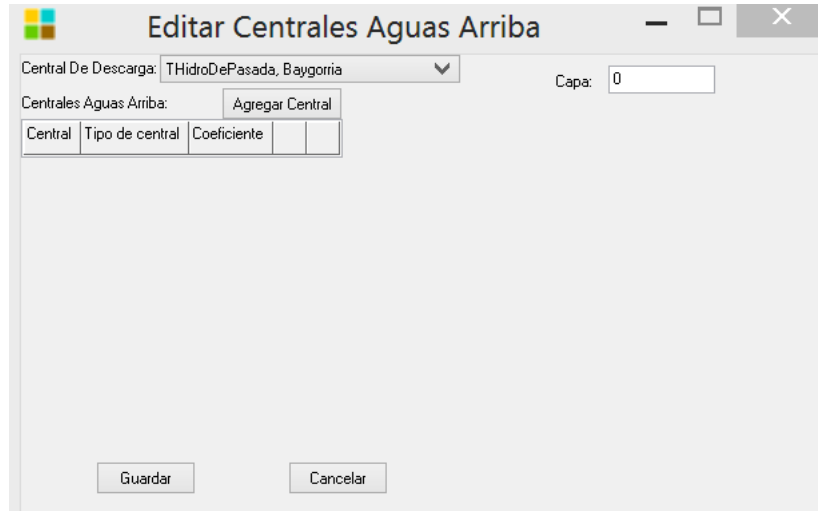


Fig. 87: Encadenamiento de centrales.

5.2.c.v.B Ficha de Baygorria.

En la Fig.88 se muestran el formulario de parámetros estáticos, formulario de parámetro dinámicos y formulario de edición de encadenamientos para la central hidroeléctrica Baygorria modelada en este ejemplo como una Hidroeléctrica de pasada (esto es sin embalse).

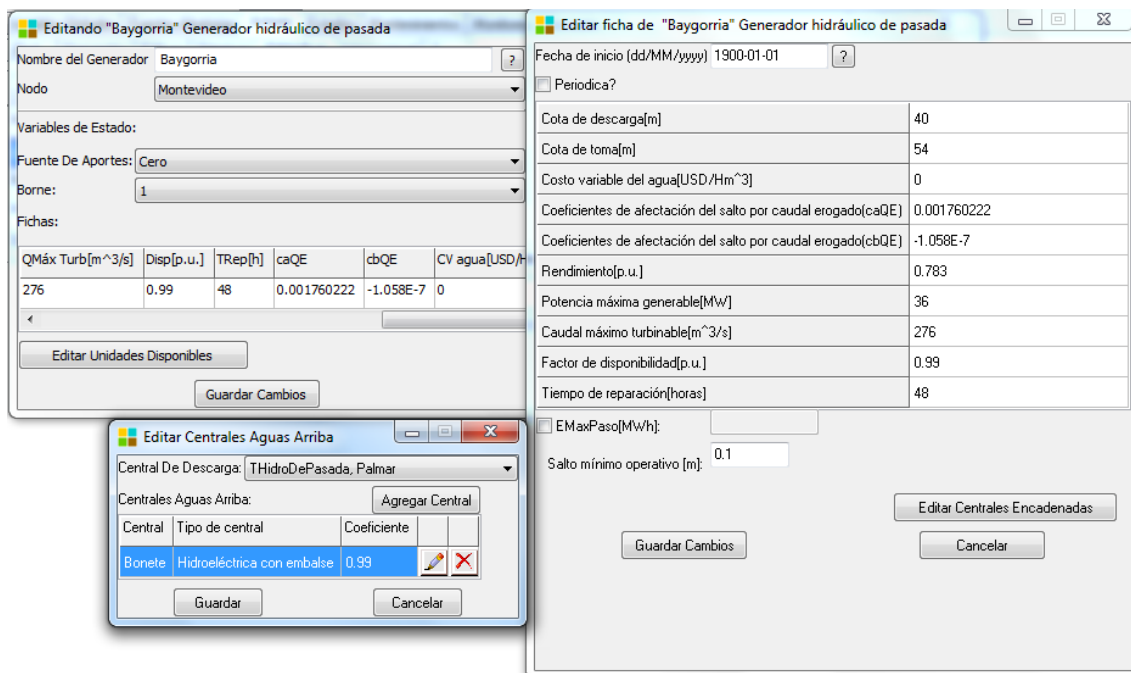
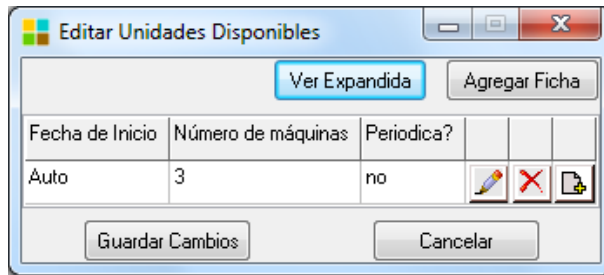


Fig. 88: Formularios de edición de Baygorria.



Fecha de Inicio	Número de máquinas	Periodica?
Auto	3	no

Son 3 unidades independientes (turbinas) de 36MW cada una de ellas.

La Potencia Total de la central es 108MW (3 x 36).

Fig. 89: Unidades de Baygorria.

Baygorria está conectada al nodo Montevideo (único nodo del sistema en este ejemplo), la Fuente de Aportes es Cero.

En la ficha *Editar Centrales Aguas Arriba* se modeló el encadenamiento de centrales que tiene asociado:

- Palmar como *Central De Descarga*
- Gabriel Terra (Bonete) como *Centrales Aguas Arriba*

La Fig.89 muestra el formulario de “Unidades” de Baygorria. Como se puede apreciar hay 3 unidades.

5.2.c.v.C Ficha de Palmar.

La Fig.90 muestra el conjunto de formularios de edición de la hidroeléctrica de pasada “Palmar”.

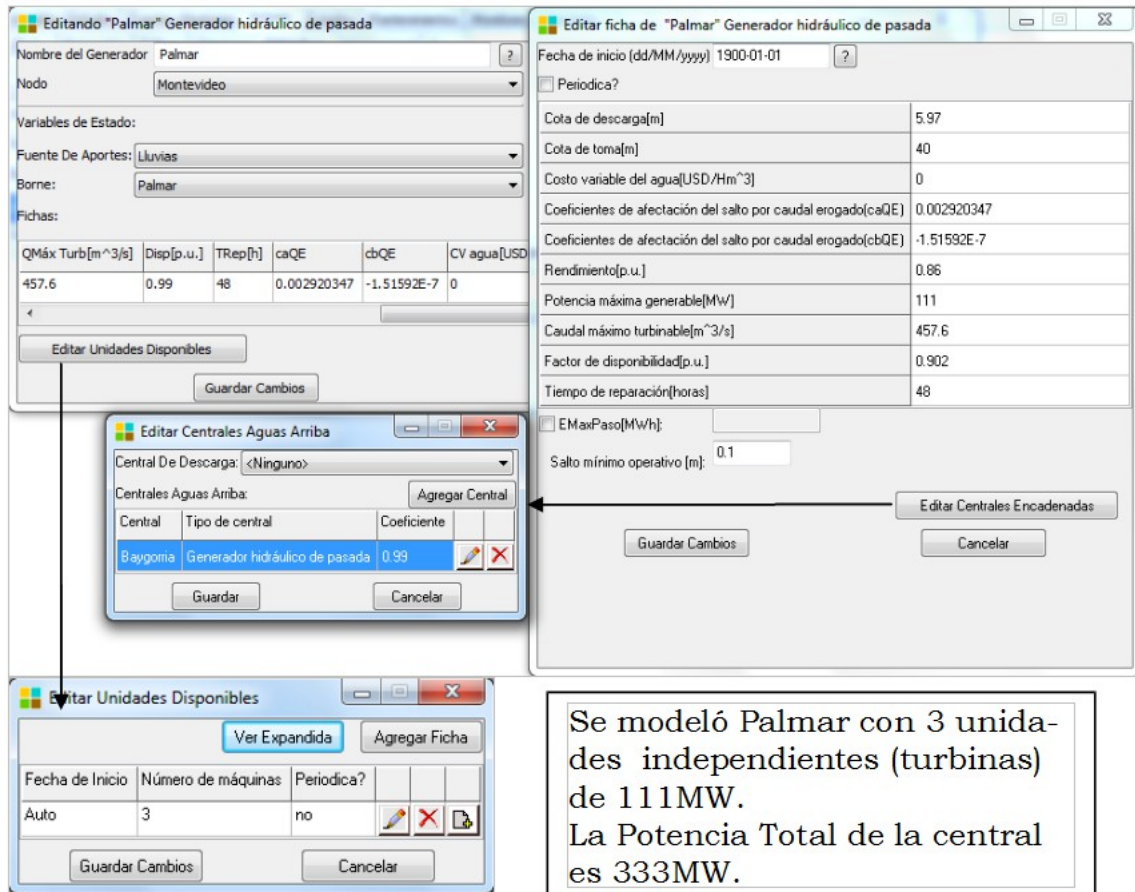


Fig. 90: Formularios de edición de Palmar.

Palmar está conectado al nodo Montevideo, la Fuente de Aportes es *Lluvias* con el Borne Palmar asociado.

En la ficha “Editar Centrales Aguas Arriba” se modeló el encadenamiento de centrales que tiene asociado:

- No tiene *Central De Descarga*
- Baygorria como *Centrales Aguas Arriba*

5.2.c.v.D Ficha de Salto Grande.

La Fig.91 muestra el juego de formularios para edición de los parámetros de la hidroeléctrica de pasada “Salto Grande”.

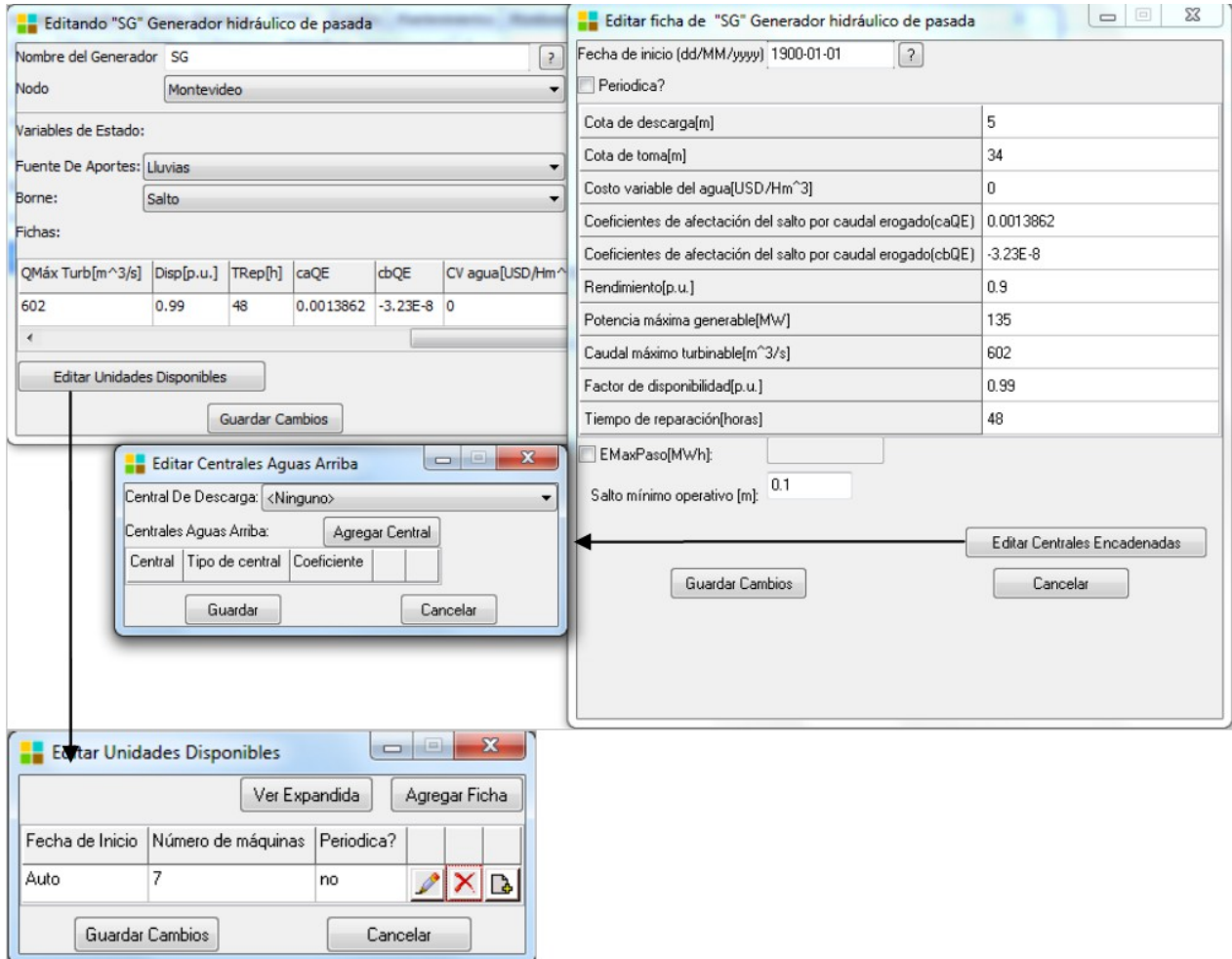


Fig. 91: Formularios de edición de Salto Grande (mitad uruguaya).

Salto está conectado al nodo Montevideo , la Fuente de Aportes es *Lluvias* con el Borne Salto asociado.

En la ficha *Editar Centrales Aguas Arriba* se observa que no hay centrales encadenadas.

5.2.c.vi Comercio Internacional.

Para crear un actor de comercio internacional se debe seleccionar la solapa *Actores*, posteriormente la solapa *Internacional y Otros* y por último el botón *Agregar Actor*. Se abre la ventana *Seleccione el tipo* donde se muestra la lista de los tipos de actores disponibles, ver Fig.92.

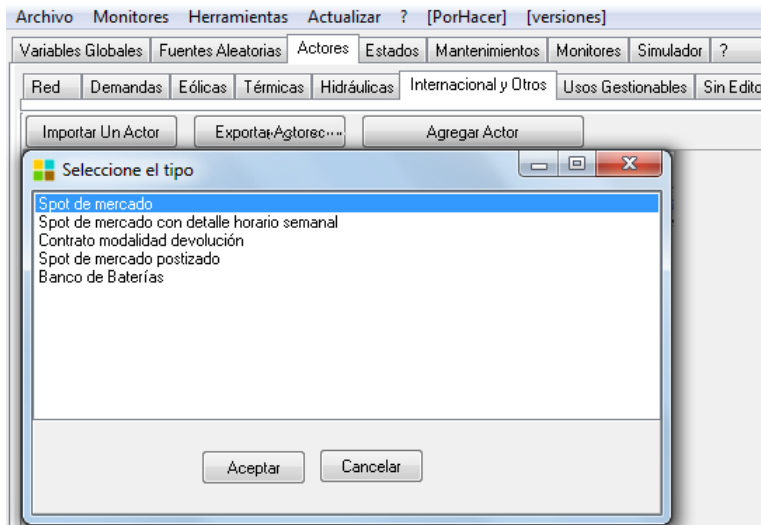


Fig. 92: Listado de actores de la solapa "Comercio Internacional y Otros".

Para modelar la exportación de excedentes de energía a Argentina, se selecciona el tipo de actor *Spot de Mercado*. En la Fig.93 se muestra el Editor de Spot de Mercado y la ficha de parámetros dinámicos, que fue usada en este ejemplo.

La Fuente De Precios en este caso es la Fuente Constante de valor 15 USD/MWh que se detalla en el apartado 5.2.b.

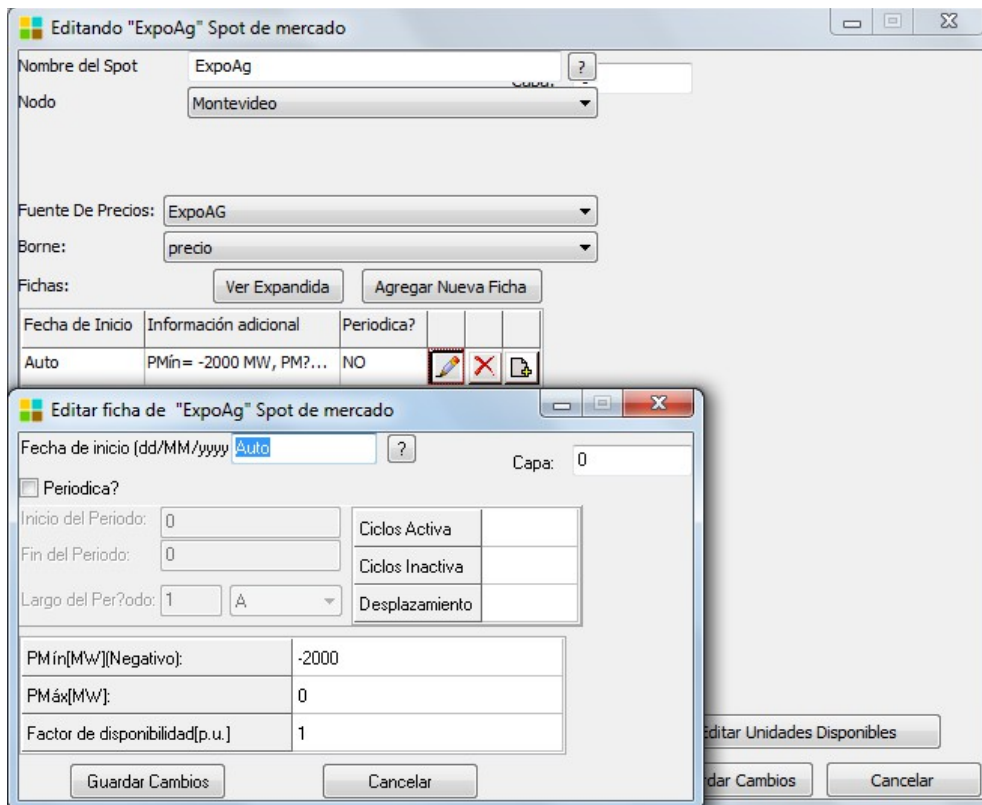


Fig. 93: Formularios de configuración de un Spot de Mercado.

6. Editando una Sala con un editor de texto

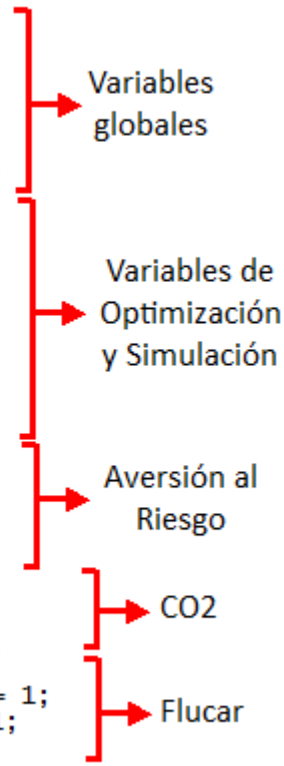
En este capítulo se realiza una descripción del formato del archivo de texto con que se guardan las Salas de SimSEE. Difícilmente el usuario común de SimSEE tenga que acceder directamente a editar el archivo de texto con la descripción de la Sala por lo cual la información aquí detallada es solo a modo de referencia.

El archivo de texto correspondiente a una Sala de SimSEE inicia con el número de versión que se utilizó para guardarla por última vez, define la sala, la capa del escenario Base (0), y a continuación se encuentra la descripción de la corrida que haya realizado el usuario:

```
VERSION=98
sala= <+TSalaDeJuego>
  capa= 0;
  nombre= sala;
  descripcion= "Gas Natural 17 USD/MBTU"
```

A continuación se definen las **variables globales** de la corrida, así como **variables de optimización y simulación**, y parámetros del **módulo CO2** y del **módulo Flucar**, tal como se muestra a continuación; las mismas se encuentran en la capa correspondiente al escenario de Base (0). La descripción de las mismas podrá encontrarse en las diferentes secciones del presente Manual:

```
globs= <+TGlobs>
  capa= 0;
  nombre= Globs;
  NPostes= 4;
  fechaInisim= 2012-01-01;
  fechaFinsim= 2030-12-31;
  fechaIniOpt= 2011-01-01;
  fechaFinOpt= 2033-01-01;
  durpos= [4| 5.00, 30.00, 91.00, 42.00];
  tasaDeActualizacion= 0.12;
  NCronicasSim= 5;
  NCronicasOpt= 20;
  ObligarDisponibilidad_1_sim= 0;
  ObligarDisponibilidad_1_opt= 0;
  Deterministico= 0;
  SortearOpt= 1;
  PostesMonotonos= 1;
  NMAX_ITERACIONESDEL PASO_OPT= 0;
  NMAX_ITERACIONESDEL PASO_SIM= 4;
  usar_CAR= 0;
  NDischistoCF= 0;
  probLimiteRiesgo= 0;
  CAR= 0;
  CAR_CVaR= 1;
  Calcular_EmisionesCO2= 0;
  FactorEmisiones_MargenOperativoTipo= 0;
  FactorEmisiones_ProyectoEolicoSolar= 1;
  iteracion_flucar_Archivo_Flucar= ;
  iteracion_flucar_modificar_rendimiento= 1;
  iteracion_flucar_modificar_capacidad= 1;
  iteracion_flucar_modificar_peaje= 0;
  RestarUtilidadesDelCostoFuturo= 0;
<-TGlobs>;
```



A continuación se definen los **Actores Generadores**, por orden alfabético, con un contador inicial que indica el total de Generadores presentes en la Sala (en el ej. mostrado n = 18):

```

gens= <+TListaDeCosasConNombre>
Nombre= Generadores;
capa= 0;
n= 18; → Cantidad de Generadores
:= <+THidroDePasada> → Tipo del 1er Generador
capa= 0;
nombre= Baygorria; → Nombre
nacimiento= 1899-12-30;
muerte= 1899-12-30;
AltaUnidades_CON_INCERTIDUMBRE= 1;
lpdUnidades= <+TFichasLPD>
capa= 0;
n= 1;
:= <+TFichaUnidades>
capa= 0;
fecha= 1899-12-30;
expandida= 0;
esPeriodica= 0;
nUnidades= [1| 3];
<-TFichaUnidades>;
<-TFichasLPD>;
lpdForzamientos= <+TFichasLPD>
capa= 0;
n= 1;
:= <+TFichaForzamientos>
capa= 0;
fecha= 1899-12-30;
expandida= 0;
esPeriodica= 0;
activo= 0;
P= [1| 0.000];
<-TFichaForzamientos>;
<-TFichasLPD>;
nodo= <TNodo.Montevideo>; → Nodo al que está asignado
barras_flucar= [0| ];
codigos_flucar= [0| ];
TonCO2xMwh= 0;
LowCostMustRun= 1;
CleanDevelopmentMechanism= 0;
lpd= <+TFichasLPD>
capa= 0;
n= 1;
:= <+TFichaHidroDePasada>
capa= 0;
fecha= 1900-01-01;
expandida= 0;
esPeriodica= 0;
hDescarga= 40;
cv_agua_USD_Hm3= 0;
hToma= 54;
caQE= 0.001760222;
cbQE= -1.058E-0007;
ren= 0.783;
Pmax_Gen= 36;
Omax_Turb= 276;
    
```

Fichas de Unidades Disponibles
 Fichas de Forzamientos
 Emisiones CO2
 Fichas de parámetros dinámicos

El contenido de la descripción de los diferentes Actores Generadores dependerá del tipo de Actor Generador; sin embargo se sigue un esquema general común a todos los Actores: se define el tipo de Actor Generador, su nombre, se describen sus fichas de Unidades Disponibles “**lpdUnidades**” (con un contador que indica la cantidad de fichas, en el ej. n=1), a continuación sus fichas de Forzamientos “**lpdForzamientos**” (también con un contador que indica la

cantidad de fichas, en el ej. n=1), el Nodo al que se encuentra asignado, algunos parámetros referentes al módulo Flucar y al cálculo de emisiones de CO₂, y luego se describen sus fichas de parámetros dinámicos “**lpd**” (asimismo con un contador inicial que indica la cantidad de fichas que se tendrán a continuación, en el ej. n=1).

A continuación se definen los **Actores Demanda**, por orden alfabético, con un contador inicial que indica el total de Demandas presentes en la Sala (en el ej. mostrado n = 1):

```

dems= <+TListaDeCosasConNombre>
Nombre= Demandas;
capa= 0;
n= 1; → Cantidad de Demandas
:= <+TDemandaAnioBaseEIndices> → Tipo de la 1er Demanda
capa= 0;
nombre= Demanda; → Nombre
nacimiento= 1899-12-30;
muerte= 1899-12-30;
AltaUnidades_CON_INCERTIDUMBRE= 1;
lpdUnidades= <+TFichasLPD>
capa= 0;
n= 1;
:= <+TFichaUnidades>
capa= 0;
fecha= 1899-12-30;
expandida= 0;
esPeriodica= 0;
nUnidades= [1| 1];
<-TFichaUnidades>;
<-TFichasLPD>;
lpdForzamientos= <+TFichasLPD>
capa= 0;
n= 1;
:= <+TFichaForzamientos>
capa= 0;
fecha= 1899-12-30;
expandida= 0;
esPeriodica= 0;
activo= 0;
P= [1| 0.000];
<-TFichaForzamientos>;
<-TFichasLPD>;
nodo= <TNodo.Montevideo>; → Nodo al que está asignada
barras_flucar= [0] ];

codigos_flucar= [0] ];
falla_profundidad= [4] 0.050000000000, 0.075000000000, 0.075000000000,
0.800000000000];
falla_costo= [4] 350.0000000000, 400.0000000000, 1200.0000000000,
2000.0000000000];
fuente= <?.?>;
nombreBorne= ;
indiceCostoDeFalla= <?.?>;
borneIndiceCostoDeFalla= ;
SumarEnergiaHR= 0;
ArchiDatos= \simsee\datos_comunes\demandas\aniobase2007.bin; → curva horaria
AnioIni= 2009;
AnioFin= 2074;
Gwh_anios= [66| 8995.000, 9395.000, 9806.000, 10038.000, 10459.000, 10827.000,
11220.000, 11646.000, 12050.000, 12469.000, 12901.000, 13349.000,
13812.000, 14291.000, 14787.000, 15301.000, 15831.000, 16381.000, 16949.000,
17537.000, 18146.000, 18776.000, 19427.000, 20101.000,
20799.000, 21520.000, 22267.000, 23040.000, 23839.000, 24667.000, 25522.000,
26408.000, 27324.000, 28273.000, 29254.000, 30269.000,
31319.000, 32406.000, 33530.000, 34694.000, 35898.000, 37143.000, 38432.000,
39766.000, 41146.000, 42573.000, 44051.000, 45579.000,
47161.000, 48797.000, 50491.000, 52243.000, 54056.000, 55931.000, 57872.000,
59880.000, 61958.000, 64108.000, 66333.000, 68634.000,
71016.000, 73480.000, 76030.000, 78668.000, 81398.000, 84223.000];
<-TDemandaAnioBaseEIndices>; → Fin de la 1er Demanda
<-TListaDeCosasConNombre>; → Fin de la sección de Demandas
    
```

Fichas de Unidades Disponibles
 Fichas de Forzamientos
 Falla
 Componente aleatoria y multiplicador de costos de falla
 curva horaria
 Demanda anual

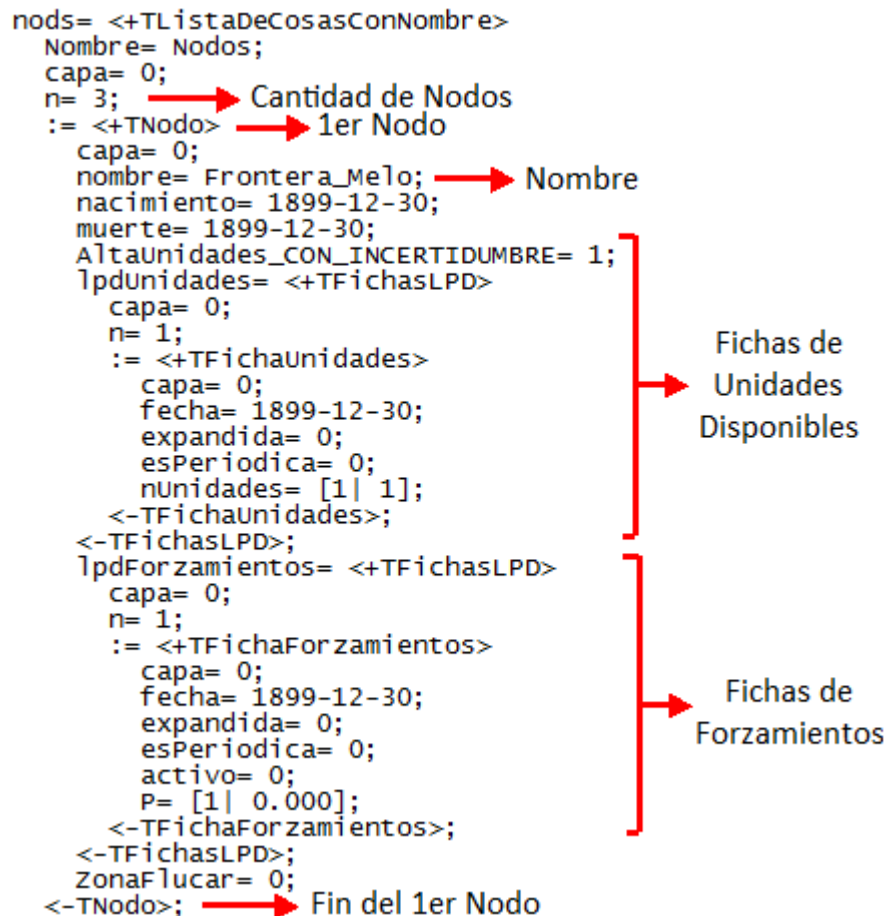
El contenido de la descripción de los diferentes Actores Demanda dependerá del tipo de Actor Demanda; sin embargo se puede observar el mismo esquema general ya descrito, común a todos los Actores: se define el tipo de Actor Demanda, su nombre, se describen sus fichas de Unidades Disponibles “**lpdUnidades**” (con un contador que indica la cantidad de fichas, en el ej. n=1), a continuación sus fichas de Forzamientos “**lpdForzamientos**” (también con un contador que indica la cantidad de fichas, en el ej. n=1), el Nodo al que se encuentra asignada, algunos parámetros referentes al módulo Flucar, y luego se describen sus fichas de parámetros dinámicos.

A continuación se definen los **Actores Suministros Combustible**, por orden alfabético, con un contador inicial que indica el total de Suministros presentes en la Sala (en el ej. mostrado n = 0):

```
sums= <+TListaDeCosasConNombre>
    Nombre= Suministros Combustible;
    capa= 0;
    n= 0;
<-TListaDeCosasConNombre>;
```

A continuación se definen los **Nodos** presentes en el sistema, por orden alfabético, con un contador inicial que indica el total de Nodos definidos en la Sala (en el ej. mostrado n = 3) y siguiendo el mismo esquema ya explicado anteriormente:

```
nods= <+TListaDeCosasConNombre>
    Nombre= Nodos;
    capa= 0;
    n= 3; → Cantidad de Nodos
    := <+TNodo> → 1er Nodo
        capa= 0;
        nombre= Frontera_Melo; → Nombre
        nacimiento= 1899-12-30;
        muerte= 1899-12-30;
        AltaUnidades_CON_INCERTIDUMBRE= 1;
        lpdUnidades= <+TFichasLPD>
            capa= 0;
            n= 1;
            := <+TFichaUnidades>
                capa= 0;
                fecha= 1899-12-30;
                expandida= 0;
                esPeriodica= 0;
                nUnidades= [1| 1];
            <-TFichaUnidades>;
        <-TFichasLPD>;
        lpdForzamientos= <+TFichasLPD>
            capa= 0;
            n= 1;
            := <+TFichaForzamientos>
                capa= 0;
                fecha= 1899-12-30;
                expandida= 0;
                esPeriodica= 0;
                activo= 0;
                P= [1| 0.000];
            <-TFichaForzamientos>;
        <-TFichasLPD>;
        ZonaFlucar= 0;
    <-TNodo>; → Fin del 1er Nodo
```



A continuación se definen los **Arcos** presentes en el sistema, por orden alfabético, con un contador inicial que indica el total de Arcos definidos en la Sala

(en el ej. mostrado n = 4), siguiendo asimismo esquema ya explicado anteriormente:

```

arcs= <+TListaDeCosasConNombre>
Nombre= Arcos;
capa= 0;
n= 4; → Cantidad de Arcos
:= <+TArco> → Tipo del 1er Arco
  capa= 0;
  nombre= Melo->uy; → Nombre
  nacimiento= 1899-12-30;
  muerte= 1899-12-30;
  AltaUnidades_CON_INCERTIDUMBRE= 1;
  lpdUnidades= <+TFichasLPD>
    capa= 0;
    n= 1;
    := <+TFichaUnidades>
      capa= 0;
      fecha= 1899-12-30;
      expandida= 0;
      esPeriodica= 0;
      nUnidades= [1| 1];
    <-TFichaUnidades>;
  <-TFichasLPD>;
  lpdForzamientos= <+TFichasLPD>
    capa= 0;
    n= 1;
    := <+TFichaForzamientos>
      capa= 0;
      fecha= 1899-12-30;
      expandida= 0;
      esPeriodica= 0;
      activo= 0;
      P= [1| 0.000];
    <-TFichaForzamientos>;
  <-TFichasLPD>;
  nodoA= <TNodo.Frontera_Melo>;
  nodoB= <TNodo.Montevideo>;
  lpd= <+TFichasLPD>
    capa= 0;
    n= 2; → 2 fichas
    := <+TFichaArco> → 1er ficha
      capa= 0;
      fecha= 1899-12-30; → inicio ficha
      expandida= 0;
      esPeriodica= 0;
      rendimiento= [4| 0.950, 0.950, 0.950, 0.950];
      peaje= [4| 30.000, 30.000, 30.000, 30.000];
      PMax= [4| 0.000, 0.000, 0.000, 0.000];
      fd= 0.99;
      tRepHoras= 24;
      ConsiderarPeajeEnElDespacho= 1;
      SumarPeajeAlCDP= 1;
      factorPeajeCDP= 1;
  
```

Fichas de Unidades Disponibles
 Fichas de Forzamientos
 Nodos Origen y Destino
 Fichas de parámetros dinámicos

Luego se tiene la definición de las **Fuentes Aleatorias** presentes en la Sala, de acuerdo al orden en que las mismas se encuentran listadas en la Sala, con un contador inicial que indica el total de Fuentes Aleatorias existentes en la Sala (en el ej. mostrado $n = 15$):

```

ListaFuentes= <+TListaDeCosasConNombre>
Nombre= Fuentes Aleatorias;
capa= 0;
n= 15; → Cantidad de Fuentes Aleatorias
:= <+TFuenteConstante> → Tipo de la 1er Fuente
capa= 0;
nombre= Cero; → Nombre
durPasoDeSorteoENHoras= 0;
NombresDeBorneres_Publicados= [1| 1]; → cantidad y nombre
ResumirPromediando= 1; → de sus borneres
lpd= <+TFichasLPD>
capa= 0;
n= 1; → una sola ficha
:= <+TFichaFuenteConstante>
capa= 0;
fecha= 1899-12-30;
expandida= 0;
esPeriodica= 0;
valor= 0;
<-TFichaFuenteConstante>;
<-TFichasLPD>;
<-TFuenteConstante>; → Fin de la 1er Fuente

:= <+TFuentesintetizadorCEGH> → Tipo de la 2a Fuente
capa= 0;
nombre= vientos; → Nombre
durPasoDeSorteoENHoras= 1;
NombresDeBorneres_Publicados= [1| vel]; → cantidad y nombre
ResumirPromediando= 1; → de sus borneres
nombreArchivo= \simsee\datos_comunes\sintetizadores\vientos_uy.txt;
sincronizarConHistoricos= 0;
sincronizarConSemillaAleatoria= 0;
simularConDatosHistoricos= 0;
nombreArchivoDatosHistoricos= ;
usarModeloAuxiliar= 0;
nombreArchivoModeloAuxiliar= ;
pronosticos= <+TPronosticos>
capa= 0;
n= 1;
:= <+TPronostico>
capa= 0;
nretardos= 1;
guia= [1| 0.000];
guia_eg= [1| 0.000];
guia_pe= 0.5;
NPCC= 0;
NPLC= 0;
NPSA= 0;
NPAC= 0;
sesgo= [0| ];
factor= [0| ];
fechaIniSesgo= 1899-12-30;
rangoFechaSesgo= 0;
<-TPronostico>;
<-TPronosticos>;
<-TFuentesintetizadorCEGH>; → Fin de la 2a Fuente
    
```

Fichas de parámetros dinámicos

archivo de datos del sintetizador

Valores iniciales y Guía del Pronóstico

Así como en los casos anteriores, el contenido de la descripción de las diferentes Fuentes Aleatorias dependerá del tipo de Fuente; sin embargo se puede observar el mismo esquema general ya descrito.

A continuación se tienen algunos parámetros referentes a los **Estados**:

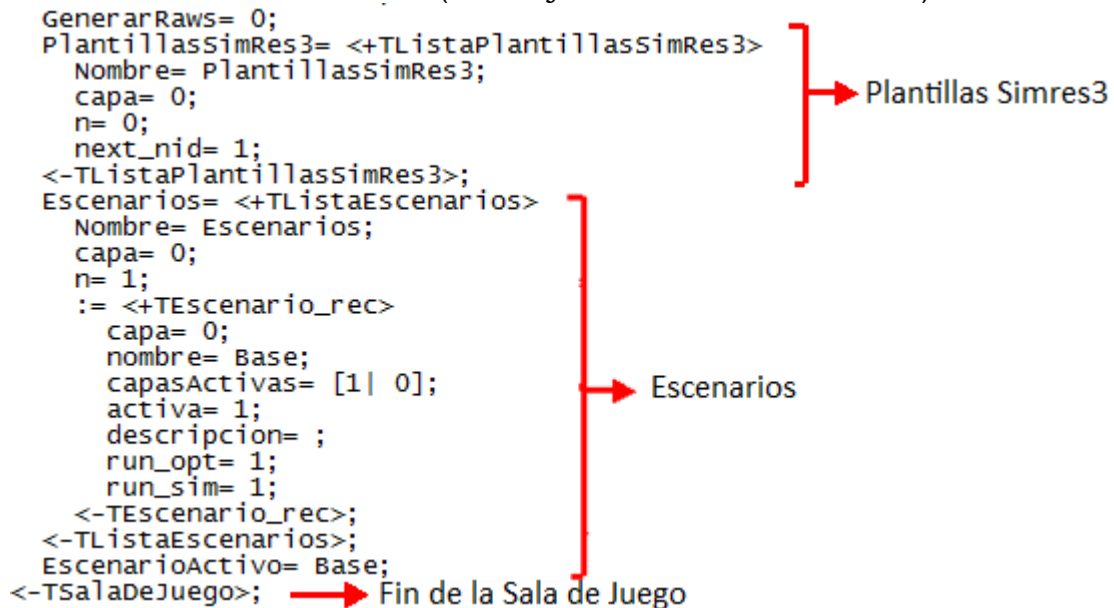
```
estabilizarInicio= 0;
usarArchivoParaInicializarFrameInicial= 0;
archivoCF_ParaEnganches= ;
archivoSala_ParaEnganches= ;
engancharConsala= 0;
engancharConsala_escenario= ;
archivoCFaux= ;
enganchesContinuos= <+TListaDeCosas>
  capa= 0;
  n= 0;
<-TListaDeCosas>;
enganchesDiscretos= <+TListaDeCosas>
  capa= 0;
  n= 0;
<-TListaDeCosas>;
enganchar_promediando_desaparecidas= 0;
uniformizar_promediando= ;
```

Luego parámetros referentes a los combustibles definidos en la Sala (en este ej. n=0):

```
Combustibles= <+TListaDeCosasConNombre>
  Nombre= Combustibles;
  capa= 0;
  n= 0;
<-TListaDeCosasConNombre>;
```

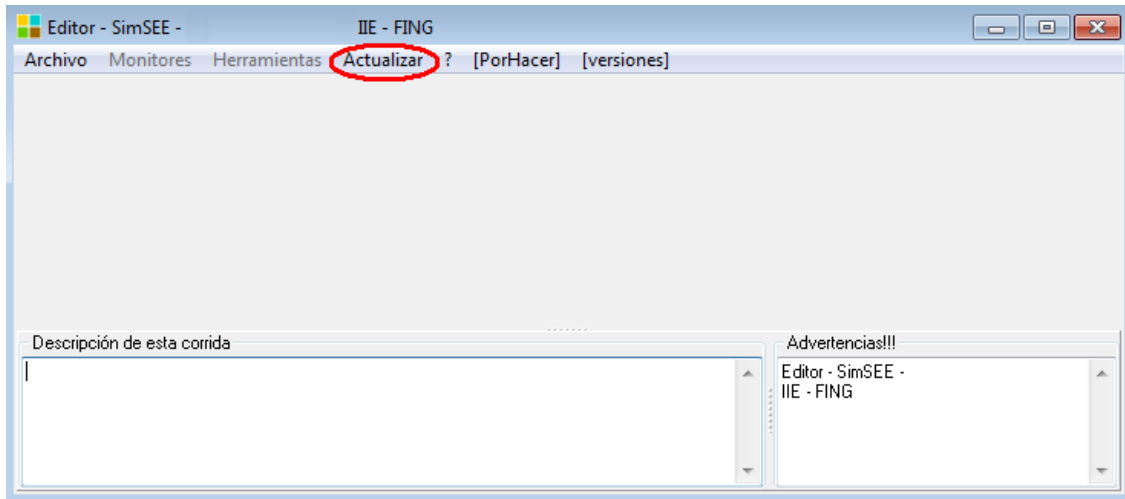
Por último se definen las **plantillas SimRes3** asociadas a la Sala y los **Escenarios** definidos en la misma (en el ej. solo el escenario Base):

```
GenerarRaws= 0;
PlantillasSimRes3= <+TListaPlantillasSimRes3>
  Nombre= PlantillasSimRes3;
  capa= 0;
  n= 0;
  next_nid= 1;
<-TListaPlantillasSimRes3>;
Escenarios= <+TListaEscenarios>
  Nombre= Escenarios;
  capa= 0;
  n= 1;
  := <+TEscenario_rec>
    capa= 0;
    nombre= Base;
    capasActivas= [1| 0];
    activa= 1;
    descripcion= ;
    run_opt= 1;
    run_sim= 1;
  <-TEscenario_rec>;
<-TListaEscenarios>;
EscenarioActivo= Base;
<-TSalaDeJuego>;
```



7. Actualizador de corridas

Mediante la solapa **“Actualizar”** del menú principal del Editor de SimSEE es posible descargar corridas que fueron subidas por usuarios autorizados con permiso de Actualización. Es necesario disponer de conexión a internet para hacer uso de la misma.



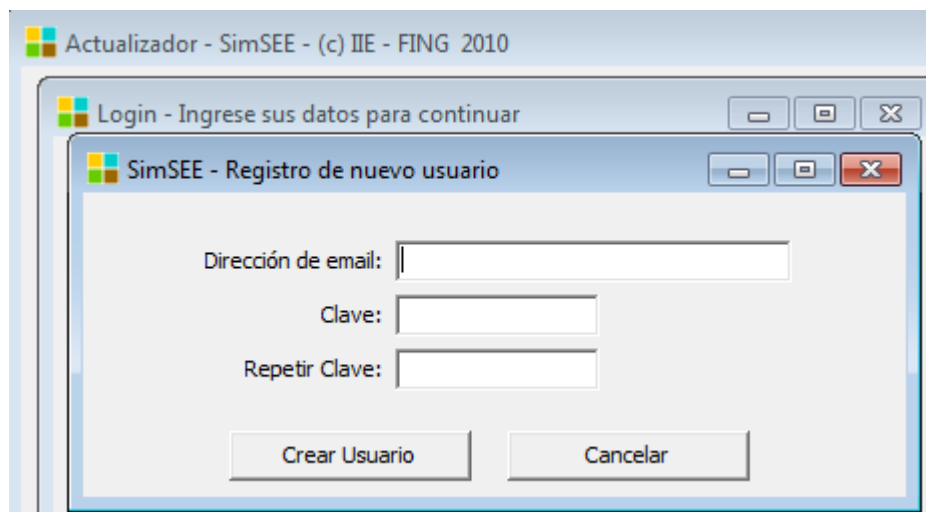
Esta opción se incluyó a efectos permitir a los usuarios, particularmente a los Agentes del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica (MMEE), descargar las *Salas* con la información actualizada utilizada por el Administrador del Mercado Eléctrico (ADME) al realizar sus diferentes programaciones: Programación Estacional, Programaciones Semanales de despacho, así como diversos estudios que se considere oportuno hacer públicos por este medio, a efectos de brindar transparencia al funcionamiento del MMEE.

La misma fue desarrollada en el marco del convenio de mantenimiento y mejoras de la plataforma SimSEE entre la Facultad de Ingeniería (FING-IIE) y ADME. El SimSEE se conecta vía Internet a un servidor ubicado en la FING para acceder a la información, habiéndose tomado todos los recaudos para que dicha comunicación no pueda ser interferida; para mayor protección de la misma se decidió no hacer públicos los fuentes que permiten dicha conexión.

Al seleccionar la solapa “Actualizar” se invoca el programa *Actualizador* (ubicado en la carpeta de binarios de SimSEE). Aparecerá la siguiente pantalla:

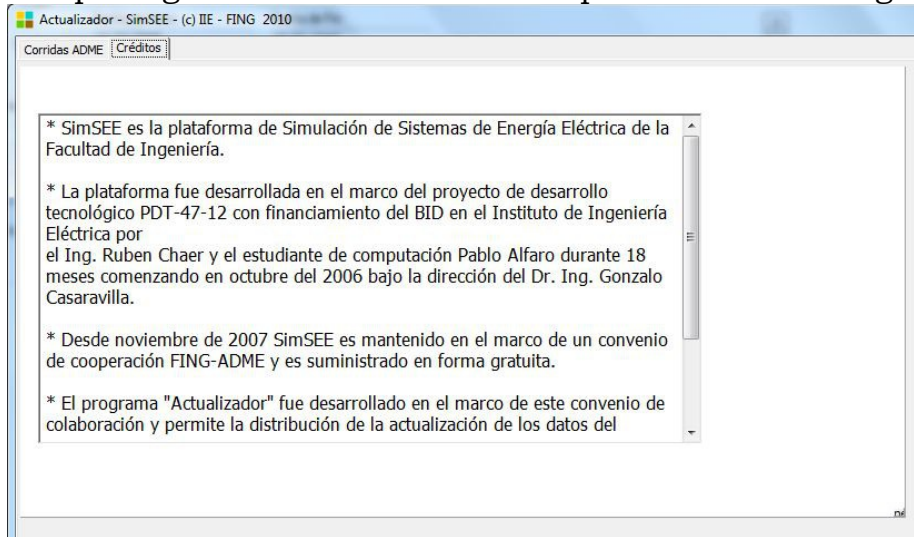


Lo primero que debe hacer un usuario a efectos de poder utilizar el Actualizador es darse de alta en la plataforma. Para ello al acceder por primera vez debe crear el usuario, mediante el botón “Nuevo Usuario”. Se le solicitará ingresar su email y una clave en un formulario como el siguiente:



Al presionar el botón “Crear Usuario” le será enviada a la dirección de correo ingresada un CODIGO de VALIDACION. Una vez que el usuario recibe el correo podrá ingresar con su email y la clave elegida; al hacerlo la primera vez se le solicitará el CODIGO para validar su usuario. Las veces subsiguientes podrá ingresar directamente con sus credenciales mediante el botón “Ingresar” (ya no necesitará el código). Si olvidó su clave puede ingresar su dirección de email y presionar el botón “Recordar clave”.


Una vez que ingrese tendrá acceso a una pantalla como la siguiente:



Seleccionando la solapa “corridas ADME” puede acceder a un listado de las últimas Salas subidas al servidor FING por la ADME:



Las corridas disponibles se muestran en orden cronológico en que fueran subidas al servidor FING por ADME, desde la más reciente en la parte superior, según el campo “Fecha” que se encuentra en la parte izquierda.

El usuario puede bajarlas a su PC mediante el botón  (“Flecha”) que se encuentra en la parte derecha. Los archivos correspondientes a esa corrida serán guardados en la carpeta indicada en el listado (“Carpeta”, a la derecha de la fecha) a partir de la carpeta de instalación de SimSEE (usualmente C:\simsee).

En la captura de pantalla pueden observarse las últimas programaciones semanales subidas por la ADME (carpetas “corridas\psem_ss_aa...”) correspondientes a distintas semanas de los años 2012 y 2013.

8. Glosario

Las siguientes definiciones se dan en singular o plural según convenga para claridad de la definición y cuando corresponda se deberá aplicar en plural o singular respectivamente.

- **Actores.** Las diferentes entidades que se desempeñan en un **sistema de energía eléctrica** entregando o bien consumiendo energía, como ser las **centrales de generación** (entregan energía al sistema), las **interconexiones internacionales** (capaces tanto de entregar como de retirar energía del sistema) y las **demandas** (consumen energía).
- **ADME.** Administración del Mercado Eléctrico. Entidad responsable de las funciones de Despacho Nacional de Cargas y Administración del MMEE.
- **Arco.** Corredor de transporte de energía que une nodos.
- **CAD** - Costo de Abastecimiento de la Demanda.
- **CDP** – Costo Directo del Paso, suma de los costos directos en que se incurre en cada paso.
- **CEGH** - Modelo de Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma.
- **CMO** – Costo Marginal Operativo, según la denominación que se utiliza en el mercado brasileño.
- **Corrida** - En la terminología usada en SimSEE significa secuencia de optimización y simulación de una Sala.
- **Costo de falla** - costo de no suministro de la demanda en caso que se produzca déficit de suministro.
- **Costo futuro** - costo en que se incurrirá a efectos de operar un sistema de energía eléctrica, dentro de un horizonte de tiempo dado.
- **Demanda** – Entidad que consume energía en un sistema de energía eléctrica.
- **Estado del sistema.** Información relevante del pasado del sistema necesaria para calcular la evolución futura del sistema a partir del conocimiento de dicha información y de los eventos futuros. A modo de ejemplo, si el sistema es un tanque de combustible, lo relevante del pasado para el cálculo futuro es solamente la cantidad de combustible en el tanque en el presente sin importar más detalles.
- **FING** – Facultad de Ingeniería (UdelaR).
- **Fuentes Aleatorias** - Objetos independientes de los Actores, y que podrán ser utilizadas por los mismos. Éstas generarán valores en sus *bornes* (o salidas) que tendrán un comportamiento definido por el tipo de fuente que se utilice.
- **IIE.** Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República Oriental del Uruguay.
- **Máquinas de Falla** – Generadores ficticios que permiten satisfacer las ecuaciones de balance de potencia en cada poste, aún en situaciones de déficit de suministro.
- **MMEE** - Mercado Mayorista de Energía Eléctrica.

- **Nodos** - barras virtuales de conexión donde se resumen los grandes centros de carga y/o generación.
- **Optimización** - etapa en la que se construye la función de costo futuro del sistema.
- **Política de operación** - conjunto de reglas que utiliza el Operador para guiar el sistema por el camino más conveniente dentro del conjunto de trayectorias posibles; viene dada por la función de costo futuro que optimiza la operación minimizando los costos.
- **Postes** - Sub-intervalos de tiempo dentro de los pasos de tiempo seleccionados, en los cuales se suponen valores constantes de generación y de demanda.
- **Sala** - Conjunto de Actores que se está modelando, junto con el “tablero” en el que los mismos realizarán su juego. También se le llama así al archivo (extensión “.ese”) en el que se guarda toda la especificación de un sistema.
- **SimRes3** – Herramienta para el post-procesado de los resultados de la simulación.
- **Simulación** – Etapa en que se deja que el “tiempo transcurra” en la *Sala de Juego* una vez hallada la función de costo futuro (en la optimización) y se observa el comportamiento de los Actores.
- **UDELAR**. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
- **UDP** - Utilidad Directa del Paso, suma de las utilidades directas obtenidas en cada paso.
- **Variables de estado**. Variables usadas para representar el estado del sistema.