



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MODELACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS



APUNTES GENERALES

CI - 112

Instructor: Lic. José Guadalupe Vázquez Vázquez
COFEPRIS

JUNIO DE 2007



MODELACION DE SISTEMAS DINAMICOS

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



INDICE

- *Introducción*
- *Identificación de Problemas Complejos*
- *Definición y Planteamiento de Problemas Complejos*
- *Taxonomía de Sistemas Lineales*
- *Estructuras Genéricas de Sistemas Lineales*
- *Estructura y Construcción de un Modelo*
- *Manejo del Software VENSIM*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

MODELACION DE SISTEMAS DINAMICOS

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar los conceptos teóricos esenciales y las habilidades prácticas necesarias para: Identificar, Plantear, Estructurar y Resolver; problemas que involucren el comportamiento de Sistemas Complejos, a través de La Simulación aplicando el programa VENSIM.

DIRIGIDO: A personas que posean alguna formación profesional, y se enfrentan a problemas identificados con Sistemas Complejos. El conocimiento matemáticos requerido es de Álgebra Elemental.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

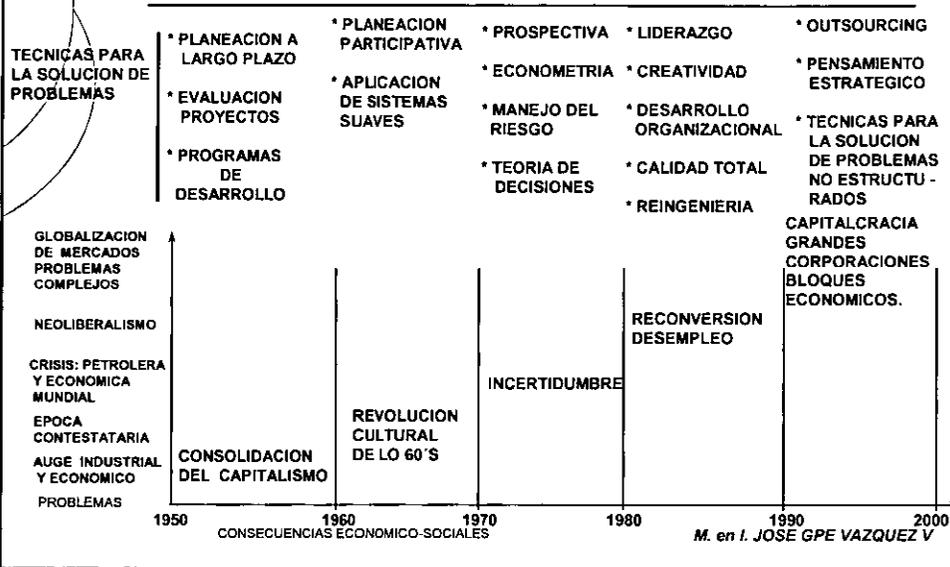
INTRODUCCION

Haremos un breve recorrido por la historia en términos de los problemas que se ha plantado la Humanidad y el desarrollo de las herramientas y metodologías que para su solución se han ido desarrollado.

Veremos como es que la Metodología de Modelación de Sistemas Dinámicos vine a cubrir esa necesidad de solución por la que atraviesan los problemas nos enfrentamos hoy en día, los cuales tienen como principal característica el componente de cambio (Dinámico) dentro de su comportamiento.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

INTRODUCCION



IDENTIFICACION DE PROBLEMAS COMPLEJOS

CALIFICACIÓN DE PROBLEMAS ESTRUCTURADOS.

OPERACIONALES:
Corrección de fallas rompiendo la cadena causa - efecto.

EJEMPLOS:
Altos costos.
Elevada rotación de personal.



DE COMPETENCIA:
Enfrentar retos y oportunidades del entorno.

EJEMPLO:
Entrar a nuevos mercados.



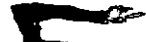
EVALUACION:
Análisis de las alternativas y selección de una de ellas.

EJEMPLOS:
Selección de un nuevo equipo.
Localización de una nueva planta.



DE CAMBIO NORMATIVO:
Cambios desde el diseño de los fines del sistema.

EJEMPLO:
Creación de servicios innovadores.
Rediseño de una organización.



PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION:
Fijar procedimientos y asignación de recursos en la operación de tareas.

EJEMPLOS:
Selección de un nuevo equipo.
Localización de una nueva planta.



IDENTIFICACION DE INICIATIVAS DE CAMBIO
Definir propuestas de cambio.

EJEMPLOS:
Organizaciones orientadas a la acción.
Capitalización de experiencia y creatividad.



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS COMPLEJOS

CALIFICACIÓN DE PROBLEMAS NO ESTRUCTURADOS.

COMPLEJOS:
Situación en la que solo se puede adquirir conocimiento y manejo parcial de ella.

EJEMPLOS:
Planeación tecnológica.
Planeación un ambiente de incertidumbre .



PLURALES:
Situaciones en las que los intereses personales y de grupo están en conflicto.

EJEMPLOS:
Situaciones organizacionales con grupos de poder .
Convenios laborales.



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS COMPLEJOS

Por lo anteriormente expuesto a partir de la calificación que nos da el esquema de la Metodología Formal de la Planeación de las Situaciones Problemáticas así como por las bases y uso de la Modelación de Sistemas Dinámicos.

Concluiríamos que los únicos Problemas a ser Modelados Dinámicamente serían los que se llaman Complejos Puros, los cuales tuvieron su origen en fenómenos físico y biológicos, y fue ahí donde surgieron las bases de este tipo de modelación.

No obstante, independientemente de su clasificación de Problemas Estructurados o No estructurados, dadas las condiciones cambiantes de los escenarios donde se desarrollan los problemas en las últimos años, éstos requieren de metodologías que realicen un análisis de su comportamiento en el tiempo.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS COMPLEJOS

□ PROBLEMA COMPLEJO

Así pues la definición de Problema Complejo adquiere un nuevo matiz que nos dice que:

Es aquella situación en la que solo se puede adquirir conocimiento y manejo parcial de ella se amplía a las otras clasificaciones donde el comportamiento de estos en el tiempo es cambiante, es decir dinámico.

Por eso es que la Modelación Dinámica también se aplica no solo a Problemas Dinámicos Puros sino también a estos otros tipos de Problemas en los que se requiere saber su comportamiento a través del tiempo.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS COMPLEJOS

□ DEFINICION DEL PROBLEMA

Como punto principal se tiene que definir el Problema de una manera clara y precisa, así como los alcances del estudio en cuestión.

La Definición del Problema se tiene que hacer con base a la experiencia y conocimientos de los expertos que han enfrentado dicho problema.

Con lo anterior se comienza a reconocer, identificar y jerarquizar aquellos elementos y sus relaciones que componen el Problema.

El siguiente paso es estructurar el Problema a partir de un Sistema de Referencia que sirva para la Modelación.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS COMPLEJOS

□ SISTEMA DE REFERENCIA

Tomemos la definición de C.W. Churchman que nos dice que un Sistema es un conjunto de subsistemas o partes interrelacionadas entre sí y que tienen al menos un objetivo central, que además tienen un conjunto de propiedades.

- *Objetivo o Estado Deseable del Sistema S*
- *Medida de Eficiencia del Sistema S*
- *Subsistemas Si*
- *Objetivo o Estado Deseable de cada Subsistema Si*
- *Medidas de Eficiencia de cada Subsistema Si*
- *Medio ambiente*
- *Las relaciones entre los Subsistemas Si*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS COMPLEJOS

La tarea es identificar los elementos del Problema dentro de la estructura propuesta por Churchman, a partir de la definición hecha previamente del Problema.

Observación adicional :

Incluir como subsistemas necesarios y suficientes solo aquellos que tienen influencia en términos razonables dentro del comportamiento del sistema.

Una vez elaborado el Sistema de Referencia se tendrá que traducir este a un Diagrama Causal.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

- *Relación Causal*
- *Relación Causal Positiva*
- *Relación Causal Negativa*
- *Diagrama Causal*
- *Ciclo / de Relaciones Causales (Bucle, Retroalimentación)*
- *Ciclo Positivo*
- *Ciclo Negativo*

DIAGRAMA DE FLUJO / O DE FORRESTER

- *Variables de (Nivel)*
- *Variables de (Flujo)*
- *Nube*
- *Variable Auxiliar*
- *Constante*
- *Canal de Materiales*
- *Canal de Información*
- *Retraso*

TIPOS DE SISTEMAS

- *Sistemas Estables*
- *Sistemas Inestables*
- *Sistemas Hiperestables*
- *Sistemas Sigmodales*
- *Sistemas Oscilantes*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

RELACION CAUSAL: El elemento A influye como causa del elemento B



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

RELACIÓN POSITIVA: Sucede cuando a un incremento presentado en A, ocurre un incremento en B; o bien cuando un decremento en A, ocurre un decremento también en B



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

RELACION NEGATIVA: Sucede cuando a un incremento presentado en A ocurre un decremento en B; o bien cuando un decremento en A ocurre un incremento en B

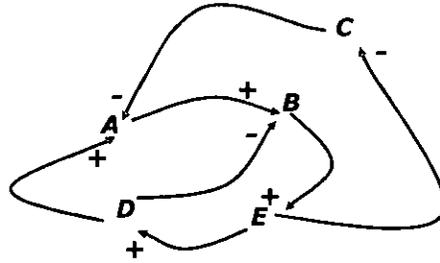


M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

DIAGRAMA CAUSAL: es aquella representación gráfica que describe los elementos del Sistema y las relaciones de Causa - Efecto entre ellas a través de segmentos de línea dirigidos

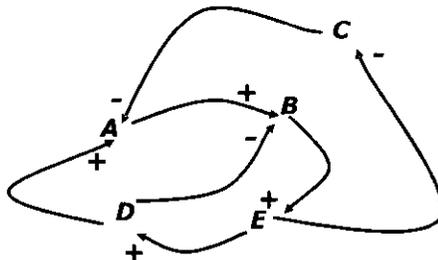


M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

CICLO (BUCLE, RETROALIMENTACIÓN): Se le llama al ciclo cerrado de relaciones causales entre elementos de un Sistema



CICLOS:

- ABDA
- DBED
- ABECA

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA CAUSAL

CICLO NEGATIVO: Son aquellos en los que el número de relaciones negativas es impar.

Los Ciclos de carácter negativo conducen al Sistema a una situación de estabilidad.

CICLO POSITIVO: Son aquellos en los que el número de relaciones negativas es par.

Los Ciclos de carácter positivo tienden a crecer de manera desproporcionada y llevan al Sistema al colapso.

Una vez elaborado el Diagrama Causal se tendrá que traducir este a un Diagrama de Flujo.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

DIAGRAMA DE FLUJO: Es la representación gráfica de la Modelación Dinámica de Sistemas, en términos de:

- La Generación y Flujo de Materiales y/o Información entre sus elementos
- Así como del estado que guardan cada uno de ellos y el Sistema en su conjunto a través del tiempo

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

VARIABLES DE NIVEL (NIVELES): *Corresponden a los elementos o variables del problema cuya evolución de los mismos se manifiesta en términos de acumulación a través del tiempo y son significativos en el comportamiento del Sistema.*

Los niveles se modifican en función de los flujos y en ocasiones debido a las variables externas

SIMBOLO

POBLACION

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

VARIABLES DE FLUJO (FLUJOS - VALULAS): *Son aquellas funciones que determinan la velocidad del flujo que alimenta a los NIVELES y es representada por unidades / tiempo*

SIMBOLO



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

NUBES: *Son aquéllas Fuentes de Flujo de contenido inagotable.*

SIMBOLO



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

VARIABLES AUXILIARES (AUXILIARES): *Son aquellas variables que inciden de manera indirecta en el problema modificando el comportamiento de las Variables de Flujo.*

SIMBOLO



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

CONSTANTES: Representan aquellos valores del modelo que no sufren modificaciones a través del tiempo.

SIMBOLO



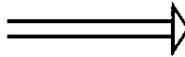
M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

CANALES: Representan el medio por el cual son alimentadas las Variables de Nivel.

CANALES DE MATERIAL: Representan el medio por el cual son alimentadas las Variables de Nivel con recursos físicos.



CANALES DE INFORMACION: Representan el medio por el cual son alimentadas las Variables de Nivel con información (esta no es almacenada en los niveles)

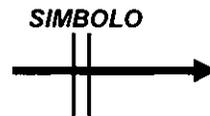


M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

DIAGRAMA DE FLUJO

RETRASO: Señalan aquellos canales sufren retraso en la flujo de materiales o en la información.



M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

TIPOS DE SISTEMAS

SISTEMAS ESTABLES: Es aquel que se encuentra formado o dominado por un Ciclo (Bucle) Negativo.

EL Sistema de manera constante realiza la comparación de su Estado Real contra su Estado deseado y al haber una diferencia entre ambos realiza las acciones necesarias en el sentido de reducir tal brecha para aproximarse al Estado Deseado

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

TIPOS DE SISTEMAS

SISTEMAS HIEPERESTABLES: *Se llama así, cuando un Sistema esta formado por múltiples Ciclos Negativos.*

Al ocurrir alguna acción, que lleve la intención de hacer alguna modificación de algún elemento, se contrarresta no solo por el ciclo negativo propio, sino por el conjunto de ciclos negativos que apoyan en tal sentido.

Logrando así la Super-estabilización del Sistema

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

TIPOS DE SISTEMAS

SISTEMAS INESTABLES: *Es aquel que se encuentra formado o dominado por un Ciclo Positivo.*

El Sistema Inestable tiende a crecer mas y mas sobre si mismo y puede llevar en algunos casos al colapso del Sistema.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

TIPOS DE SISTEMAS

SISTEMAS SIGMODALES: *Son aquellos Sistemas en los que actúa un Ciclo Positivo en un principio como dominante, en seguida tiene un comportamiento exponencial y finalmente el control del Sistema lo toma un Ciclo Negativo que tiende a estabilizar el Sistema.*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



TAXONOMIA DE SISTEMAS DINAMICOS

TIPOS DE SISTEMAS

SISTEMAS OSCILANTES: *Para que un Sistema presente dicha propiedad es necesario que cuente con al menos dos variables de nivel, es decir dos elementos del Sistema que presenten acumulaciones y debe contener un ciclo negativo como dominante del sistema.*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES

DEFINICION

- ❑ *Resistencia al Cambio*
- ❑ *Erosión de Objetivos*
- ❑ *Adicción*
- ❑ *Paso de la Carga al Factor Externo*
- ❑ *Efectos a Corto y Largo Plazo*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES

DEFINICION: *Ante cualquier cambio la respuesta natural del Sistema es la oposición o el rechazo a este.*

Sería normal tal actitud ante una posible pérdida de eficiencia del Sistema, no obstante también lo hace ante aquellos cambios que implican una mejora real para el mismo

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES

RESISTENCIA AL CAMBIO: *Ante cualquier cambio la respuesta natural del Sistema es la oposición o el rechazo a este.*

Sería normal tal actitud ante una posible pérdida de eficiencia del Sistema, no obstante también lo hace ante aquellos cambios que implican una mejora real para el mismo

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES

EROSION DE OBJETIVOS: *Es la entropía (desorden) que produce un Sistema ante el Planteamiento de un Objetivo de un Estado Deseable externo; donde el Sistema ante la posible perdida de recursos y energía para alcanzar dicho Objetivo, opta por plantear otro objetivo de menores dimensiones.*

M en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES

ADICCIÓN: Cuando el Estado Real del Sistema se iguala al Estado Deseado, derivado no de un a acción o conjunto de acciones del propio Sistema , sino derivado de una ayuda externa por un Elemento Externo al Sistema.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES

PASO DE LA CARGA AL AFACTOR EXTERNO: Un Sistema en esta situación consigue disminuir la brecha entre el Estado Real y yel Estado Deseable, a partir de dos caminos:

- a) Mediante la generación de sus propias acciones.*
- b) Mediante la ayuda de otro Sistema Externo a él.*

Pero en un momento el Sistema llega a dar Paso de la Carga al Factor Externo y deja de generar gradualmente sus propia acciones para alcanzar el Estado Deseado.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

ESTRUCTURAS GENERICAS DE SISTEMAS LINEALES *

EFFECTOS A CORTO Y A LARGO PLAZO: *Las acciones realizadas en el Corto Plazo para alcanzar el Estado Deseado pueden representar resultados positivos, sin embargo en el Largo Plazo pueden presentarse efectos secundarios que sean nocivos para el comportamiento del Sistema.*

* Para mas información sobre las Estructuras Genéricas
García, Juan Martín. *TEORIA Y EJERCICIOS PRÁCTICOS DE DINÁMICA DE SISTEMAS*
ISBN 84-607-9304-4

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

PREFACIO

DIGRAMA CAUSAL

- Definir las influencias y las relaciones de los elementos.
- Identificar los ciclos y eliminar las influencias no relevantes.
- Formular las Hipótesis respectivas.

DIAGRAMA DE FLUJO

- Elaboración del Diagrama de Flujo

PREPARACION DEL MODELO

- Ingresar las Ecuaciones y los Parámetros

ANALISIS DEL MODELO

- Análisis de Sensibilidad
- Contrastación de Hipótesis
- Identificación Puntos Clave (Leverage Points)
- Reproceso

ANALISIS DEL SISTEMA Y CONCLUSIONES

- Análisis de Sistema
- Simulación
- Conclusiones y Presentación de Resultados

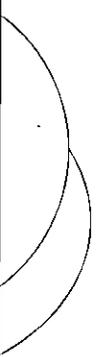
M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

PREFACIO: *En los siguientes apartados de la presente sección se harán algunas observaciones importantes en relación a la Estructura y Construcción del Modelo, con relación a los temas del Diagrama Causal, Diagrama de Flujo y Análisis del Modelo.*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



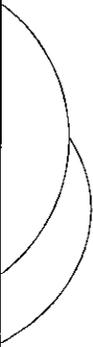
ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

DIAGRAMA CAUSAL

Una vez Definido el Problema procedemos a :

- Identificar y definir las relaciones e Influencias entre los elementos; establecer una clara diferencia entre aquellas relaciones relevantes y aquellas que inciden marginalmente .*
- Identificar bien los Ciclos (Bucles) del Sistema ya que ellos van a aportar información valiosa sobre aquellos factores a aumentar o atenuar para mejorar el desempeño del Sistema.*
- Eliminar aquellos elementos poco significantes en el comportamiento de modelo, pues de lo contrario llegaríamos ha elaborar un Modelo demasiado denso y difícil de manejar.*
- Ala luz del Diagrama Causal, elaborar una (s) hipótesis (s) del comportamiento y solución del problema.*

M en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

DIAGRAMA DE FLUJO

- *Identificar las Variables de Nivel .*
- *Identificar las Variables de Flujo .*
- *Identificar los demás elementos: Variables Auxiliares. Constantes, Nubes, Canales y Retrasos*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



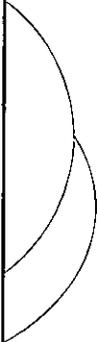
ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

PREPARACION DEL MODELO

- **INGRESAR LAS ECUACIONES Y LOS PARÁMETROS.**

Una vez capturado el diagrama de flujo en la Computadora, ingresar las ecuaciones respectivas y los parámetros de cada uno de los elementos, tanto las ecuaciones como los parámetros de esta primer corrida se deben ceñir al planteamiento e hipótesis realizadas , la afinación y ajuste de las mismas se darán, en las siguientes etapas.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

ANALISIS DEL MODELO

- *Una vez que la primera versión del Modelo fue procesado por el Programa Informático, debemos realizar lo siguiente:*

1.- ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Llevar acabo el Análisis de Sensibilidad del Modelo y de cada uno de sus elementos a fin de analizar el comportamiento global del mismo y cada elemento en lo particular.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

ANALISIS DEL MODELO

2.- CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Cotejar el Análisis de Sensibilidad con la realidad a fin de probar la hipótesis respectivas.

2.1 Ajustar los Parámetro de Tiempo y de Variables de Nivel que sean necesarios.

2.2 Agregar o eliminar aquellos componentes del Diagrama de Flujo que sean necesarios y procesar (correr) nuevamente el Modelo en el Sistema Informático.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

ANALISIS DEL MODELO

3.- IDENTIFICACIÓN PUNTOS CLAVE (*Leverage Points*)

Identificar aquellos elementos clave del Sistema que son significativos y que influyen de manera determinante en el comportamiento del mismo.

4.- REPROCESO

En caso de no haber concluido de manera satisfactoria el paso 3.- IDENTIFICACIÓN PUNTOS CLAVE, regresar de nuevo al paso 2.- CONTRASTACION DE HIPOTESIS y replantear éste, mediante solicitud de mas información y/o el replanteamiento de la Hipótesis.

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

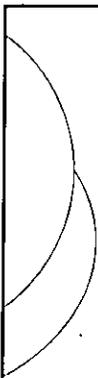
ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

ANALISIS DEL SISTEMA Y CONCLUSIONES

ANALISIS DEL SISTEMA

- *Verificar a detalle que el Modelo ofrece una representación lo mas aproximada de la realidad, una vez plenamente identificadas las variables (puntos) clave, sé esta en condiciones de proponer soluciones para mejorar el desempeño del Sistema.*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

ANALISIS DEL SISTEMA Y CONCLUSIONES

SIMULACION

- *Como medio de comprobación de las soluciones propuestas, se llevan a cabo las Simulaciones necesarias procesando (corriendo) éstas con las modificaciones pertinentes en cada una de las Variables (Puntos) Clave para conocer sus impactos y ver sus resultados..*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



ESTRUCTURA Y CONSTRUCCION UN MODELO

ANALISIS DEL SISTEMA Y CONCLUSIONES

CONCLUSIONES Y PRESENTACION DE RESULTADOS

- *Para la presentación es mejor tomar como referencia el Diagrama Causal o algún Mapa Mental que ayude a comprender el problema en términos visuales.*
- *Describir brevemente las relaciones*
- *Explicar solamente aquellos Puntos Clave y su impacto en el sistema, apoyado de sus gráficas respectivas.*
- *Las Conclusiones deben ser claras y puntuales; destacando de manera clara y breve la justificación de cada una de ellas.*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

MANEJO DEL SOTWARE VENSIM

MANEJO DE INTERFASE

- Barra Títulos*
- Menú*
- Barra Herramientas*
- Ventanas*
- Movimiento entre Ventanas*
- Ventanas de Construcción*
- Esquema*
- Barra de Estado*
- Simulación*
- Ventanas de Salidas*
- Herramientas de Análisis*
- Herramientas de Salida*
- Panel de Control*
- Control de Subíndices*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V

MANEJO DEL SOTWARE VENSIM

HERRAMIENTAS DE MODELACION

- Modelación*
- Estructura*
- Simulación*
- Comportamiento*
- Seguimiento Causal*
- Simulación Individual*
- Elaboración de un Gráfico*
- Elaboración de una Tabla*

M. en I. JOSE GPE VAZQUEZ V



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MODELACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS

Del 18 al 27 de Junio de 2007

ANEXOS

CI - 112

Instructor: Lic. José Guadalupe Vázquez Vázquez
COFEPRIS

JUNIO DE 2007

Vensim[®]

Ambiente de simulación Ventana[®]

DSS

Professional

Standard

PLE Plus

PLE

con

Causal Tracing[®]
Reality Check[®]

y

SyntheSim[™]

Guía del Usuario
Versión 5

La información en este documento está sujeta a cambios sin aviso y esto no constituye una garantía de parte de Ventana Systems, Inc. El software descrito en este documento se provee bajo un acuerdo de licencia y puede usarse o copiarse de acuerdo con las condiciones de ese acuerdo.

© Copyright 1988-2002 Ventana Systems, Inc.

All Rights Reserved.

Esta documentación puede reproducirse por o en nombre de un Usuario de Vensim autorizado para el uso del software de Vensim. Las Escuelas y las instituciones académicas acreditadas pueden reproducir esta documentación para educación y su uso en la investigación. Cualquier otra reproducción se prohíbe sin el consentimiento por escrito expreso de Ventana Systems, Inc. Esta página debe ser incluida en cualquier reproducción de cualquier parte de la Guía del Usuario de Vensim.

Pueden reproducirse el Software Vensim PLE y el Lector de Modelos Vensim y pueden distribuirse, libre de cargo como un paquete, con los ejecutables auto instalables junto con los archivos.vip de apoyo. La venta de cualquier software publicado por Ventana se prohíbe sin el consentimiento por escrito expreso de Ventana Systems, Inc. Cualquier distribución de los archivos instalados como apoyo de Vensim se prohíbe sin el consentimiento por escrito expreso de Ventana Systems, Inc.

Todo el software de Vensim, incluso el software proporcionado sin cargo, se proporciona bajo licencia.

Patentes y Marcas Registradas

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana son marcas registradas de Ventana Systems, Inc. SyntheSim, Venapp y el Logo Ventana son marcas registradas de Ventana Systems, Inc. Ventana es una marca registrada de Ventana Systems, Inc. Vensim está cubierto por las United States Patents 5,428,740 y 5,446,652. Las patentes están pendientes en los Estados Unidos y otros países en lo relacionado con porciones del software Vensim.

Otras marcas o nombres de productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios.

Tabla de Contenidos

1	Introducción	1
	Acerca de Vensim	1
	Sobre esta Guía del Usuario	2
	Cómo está Organizada esta Guía 2	
	Convenciones de Estilo 4	
	Notas Importantes	4
	Acerca de los Directorios 4	
	Acerca de las Pantallas 5	
	Acerca del Ratón 5	
	Acerca de las Cajas de Diálogo con Etiquetas 5	
	Instalando Vensim	6
	Arrancar el Programa de Instalación 7	
	Acuerdo de Licencia 9	
	Código de Registro 9	
	Directorio de Instalación 10	
	Otras Configuraciones de Vensim 10	
	Otros Recursos	11
2	La Interfaz del Usuario de Vensim	13
	Principales Características	13
	Barra de Títulos	15
	Menú	15
	Barra de Herramientas	16
	Tipos de Ventanas	17
	Moviéndose Entre los Tipos de Ventana 17	
	Moviéndose entre Ventanas dentro de una Clase 17	
	La Ventanas de Construcción 18	
	Herramientas de Esquema 18	
	Barra de Estado 20	
	Simulación 20	
	Ventanas de Salidas	20
	Herramientas de Análisis 20	
	Salidas de la Herramienta de Análisis 23	
	Panel de Control	24
	Control de Subíndices	25
3	Un Ejemplo Práctico	27
	Modelando con Vensim	27
	Empezando Vensim	28
	Abriendo el Modelo 28	
	Examinando la Estructura	29
	Simulando el Modelo	31
	Examinando el Comportamiento	33
	Seguimiento Causal	35
	Experimentos de Simulación Individuales	39
	Haciendo un Gráfico a Medida	41
	Haciendo una Tabla a Medida	45
	Resumen	47
13	SyntheSim	49
	Un Modelo Simple de Carrera Armamentista	49
	Nuevas Ventajas en la Diagramación 50	
	Min, Max e Incremento 52	
	Ecuaciones del Modelo 53	

Estructura, Conducta y Velocidad	55	
Mostrando el Comportamiento	55	
Haciendo Simulaciones	56	
Cambiando la Función Gráfica (Lookup)	58	
Haciendo el Cambio desde la Barra de Herramientas (No en PLE ni PLE Plus)	60	
Experimentos de Simulación	60	
Cargando y Descargando las Corridas	62	
Rompiendo lazos de realimentación (No en Vensim PLE)	62	
Deteniendo la Carrera	62	
Forzado del comportamiento	63	
Construyendo un Panel de Control (No PLE)	64	
Los Subíndices y SyntheSim (Sólo en DSS y Professional)	66	
<hr/>		
15 Pruebas de Sensibilidad		69
Simulaciones de Monte Carlo	69	
Modelo de Crecimiento del Mercado (sales.mdl)	69	
Las Ecuaciones de Sales.mdl	70	
Simulación Base	71	
Incertidumbre en Múltiples Parámetros	71	
Distribución Uniforme Aleatoria	73	
La distribución normal aleatoria	74	
Listas Guardadas	75	
Simulaciones de Sensibilidad	76	
Salida de Sensibilidad en Grafico Temporales	77	
Límites de Confianza	77	
Los Trazos Individuales (No en PLE Plus)	79	
Salida Histograma de Sensibililad (No en PLE Plus)	79	
Cambiando el Conjunto de Herramientas de Análisis	80	
<hr/>		

Acerca de Vensim

Vensim es una herramienta visual de modelización que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. Vensim provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación, sean lazos causales o diagramas de stock y flujo.

Mediante la conexión de palabras con flechas, las relaciones entre las variables del sistema son ingresadas y registradas como conexiones causales. Esta información es usada por el Editor de Ecuaciones para ayudarlo a completar su modelo de simulación. Podrá analizar su modelo siguiendo el proceso de construcción, mirando las causas y el uso de las variables y también siguiendo los lazos relacionados con una variable. Cuando construye un modelo que puede ser simulado, Vensim le permite explorar el comportamiento del modelo.

Sobre esta Guía del Usuario

Esta Guía del Usuario le mostrará las características fundamentales del programa de simulación Vensim, introduciendo Vensim a través de ejemplos en los cuales podrá examinar los modelos existentes y construir los sus diagramas causales, diagramas stock y flujo y modelos de simulación. Las características avanzadas de Vensim, como las pruebas de sensibilidad, subíndices (arreglos) y optimización son presentadas usando modelos de simulación existentes para mejorar la velocidad de aprendizaje. Todos los modelos de esta guía (con la excepción de aquellos en los Capítulos 3, 14 y 18) son presentados con toda la estructura y las ecuaciones que necesita para hacer los modelos por sí mismo.

Esta Guía es común a todas las configuraciones de Vensim. En los casos en que determinada funcionalidad no está en una configuración, se aclara. Lo hemos indicado en esta presentación lo más claro posible. La tabla siguiente muestra qué Capítulos se aplican a cada configuración:

Capítulo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
PLE	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√	√					√
PLE Plus	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√
Standard	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√
Professional	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
DSS	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Para los nuevos usuarios de Vensim, esta Guía esta diseñada para ser leída y trabajada desde el principio hasta el final. Para los usuarios experimentados de Vensim, los Capítulos 3, 7 y especialmente el 13 son recomendados ya que describen funcionalidades que se han cambiado o agregado.

Cómo está Organizada esta Guía

Esta Guía está dividida en tres partes. Los primeros tres capítulos están destinados a introducirlo en el uso del programa. Los capítulos 4 hasta 10 cubren las mecánicas de la construcción de modelos con Vensim: cómo dibujar diagramas, agregar ecuaciones, simular y analizar modelos y mostrar las salidas. Los capítulos 11 hasta el 18, muestran algunas operaciones avanzadas de operación en Vensim usando ejemplos de modelos existentes (que también puede construirse).

Capítulo 1 provee un resumen de los contenidos de esta Guía y de Vensim incluyendo las instrucciones para la instalación de Vensim.

Capítulo 2 lo introduce a la Interfaz del Usuario de Vensim. Este capítulo provee un resumen de la funcionalidad de Vensim, junto con información sobre las herramientas de esquema, de análisis y de control de las ventanas.

Capítulo 3 provee una experiencia práctica simulando y analizando un modelo existente.

Capítulo 4 lo introduce en la construcción y uso de diagramas causales de lazo. También se describe un análisis estructural de los diagramas usando las herramientas de análisis.

Capítulo 5 cubre la construcción de diagramas de stock y flujo (nivel y tasa).

Capítulo 6 lo lleva a través de la construcción de un modelo de simulación del crecimiento de una población. Este problema lo ayudará a comprender la mecánica de la construcción, simulación y análisis de modelos con Vensim.

Capítulo 7 demuestra la inclusión de funciones en modelos y también muestra como detectar y corregir los errores que ocurren durante la simulación.

Capítulo 8 describe como crear y usar Funciones Gráficas (Lookups). Estas son funciones que relacionan una entrada con una salida mediante el dibujo de una relación entre ellos. También se suelen llamar Lookup Tables y algunas veces solo Tablas.

Capítulo 9 desarrolla un modelo con múltiples vistas, permitiendo partir el modelo en diferentes sectores. Los usuarios de Vensim PLE pueden saltar este capítulo.

Capítulo 10 muestra como realizar gráficos de salida a medida, desde la Herramienta de Análisis. También se describen los editores de Gráficos y Tablas a medida, con los cuales se pueden crear estos gráficos y tablas a medida, para múltiples variables

Capítulo 11 muestra como usar modelos como juegos, o "simuladores de vuelo", en los cuales se puede ir paso a paso en el tiempo mientras se toman decisiones en cada etapa. Los usuarios de Vensim PLE pueden saltar este capítulo.

Capítulo 12 presenta como hacer uso de los Controles de Entrada Salida y de las Conexiones de Navegación para hacer al modelo más fácil y divertido de usar. Los usuarios de Vensim PLE pueden saltar este capítulo.

Capítulo 13 presenta SyntheSim y muestra como puede usarse para trabajar y comprender los modelos. La funcionalidad de SyntheSim es nueva en Vensim 5.

Capítulo 14 cubre las Comparaciones con la Realidad (Reality Check) en Vensim que permite construir pruebas de validación para el modelo.

Capítulo 15 provee un ejemplo de la prueba de sensibilidad de Monte Carlo. Usted pone los parámetros con valores de incertidumbre y luego corre el análisis de sensibilidad para determinar las incertidumbres de una variable en particular, a lo largo del período de simulación. Los usuarios de Vensim PLE pueden saltar este capítulo.

Capítulo 16 describe como usar datos en los modelos. Las variables de datos definen como acceder a series de tiempo exógenos y controlar el comportamiento del modelo. Este Capítulo cubre la importación de datos desde archivos de texto y desde hojas de cálculo. Los usuarios de Vensim PLE pueden saltar este capítulo.

Capítulo 17 introduce los modelos con subíndice (variables con subíndice o arreglos en un modelo) y provee ejemplos simples y complejos. Este Capítulo es aplicable solo a Vensim Professional y DSS.

Capítulo 18 cubre dos tipos de optimización de los modelos. El primer tipo es una calibración de las constantes mientras adecua las salidas del modelo a una serie externa de datos. La segunda es la optimización de la política, encontrando los mejores parámetros del modelo para maximizar o minimizar el beneficio de las variables. Este Capítulo es aplicable solo a Vensim Professional y DSS.

1: Guía del Usuario de Vensim

Capítulo 19 le da algunas directivas y sugerencias para poner su modelo disponible a otros que usen el Lector de Modelos de Vensim y otras configuraciones de Vensim.

El **Apéndice** provee información sobre recursos disponibles para aprender más sobre construcción y uso de modelos dinámicos.

Finalmente, **Soporte y Licencias**, provee información de como obtener soporte y entrenamiento en Vensim, así como copias de referencia de los acuerdos de las licencias.

Convenciones de Estilo

Para diferenciar entre los distintos elementos de Vensim, en esta Guía y en el resto de la documentación se siguen algunas convenciones de estilo:

- Los nombres de archivos guardados en el disco y sus extensiones se muestran en *cursiva* (p.ej. *project.mdl*). Los nombres de Grupos de Datos (datasets) se muestran en *cursiva* sin la extensión *.vdf* (p.ej. *baserun*).
- Los nombres de variables y ecuaciones en un modelo Vensim están con la fuente *Cursiva Courier* (p.ej., *Population*).
- Los nombres de los elementos de Vensim, controles, botones, herramientas, barras de herramientas y nombres en las cajas de diálogo comienzan con mayúsculas (p.ej., Panel de Control) y en general están en **negrita** si el objeto se refiere a un objeto de Vensim que usted seleccionará o actuará sobre él (p.ej., presione el botón de **Simulación**).
- Para las acciones que deben realizarse se usan viñetas triangulares (p.ej.,
➤ Haga clic en el botón de **Open Model** y elija el modelo *wfinv.mdl*).

Notas Importantes

Acerca de los Directorios

Todos los modelos discutidos en este Manual están contenidos en el subdirectorio *guide* del directorio en el cual instaló los modelos ejemplos. Este será típicamente el *c:\Archivos de Programa\Vensim\models*. En la Macintosh será normalmente la carpeta *Models* en la carpeta *Vensim* en su disco duro. Sin embargo, podrá instalar Vensim y los modelos en cualquier lugar que usted elija y por eso se nombra el directorio comenzando el camino con *guide* como en *guide\chap07\complete*. En la Macintosh esto significa la carpeta *complete*, en la carpeta de *chap07*, en la carpeta de *guide*.

Sin embargo, si quiere utilizar los modelos en español, los mismos se encuentran en el mismo directorio en que haya descargado esta Guía del Usuario.

Cuando esté trabajando con sus propios modelos, le recomendamos especialmente que los guarde en algún directorio que no sea un subdirectorio de Vensim. Para los propósitos de esta Guía, guardar su trabajo en los subdirectorios del directorio *Guide* es perfectamente razonable.

Acerca de las Pantallas

Hay algunas diferencias entre las apariencias de Vensim PLE, PLE Plus, Standard, Professional y DSS y es posible que haya cambios en los conjuntos de herramientas (Toolsets). Muchas de las imágenes de pantallas en esta Guía fueron tomadas usando Vensim DSS y los conjuntos de herramientas (Toolsets) por omisión. Si ve algo que luce de alguna forma diferente en su versión de Vensim no es un problema.

Acerca del Ratón

Las computadoras Windows tienen un ratón con botón izquierdo y derecho, pero las computadoras Macintosh tienen solo un botón en el ratón. Vensim usa los botones izquierdo y derecho en las PCs como se describe abajo. Los usuarios Macintosh necesitarán su botón del ratón y la tecla Ctrl o la tecla Apple (para los botones derechos) como se describe abajo.

Botón Izquierdo

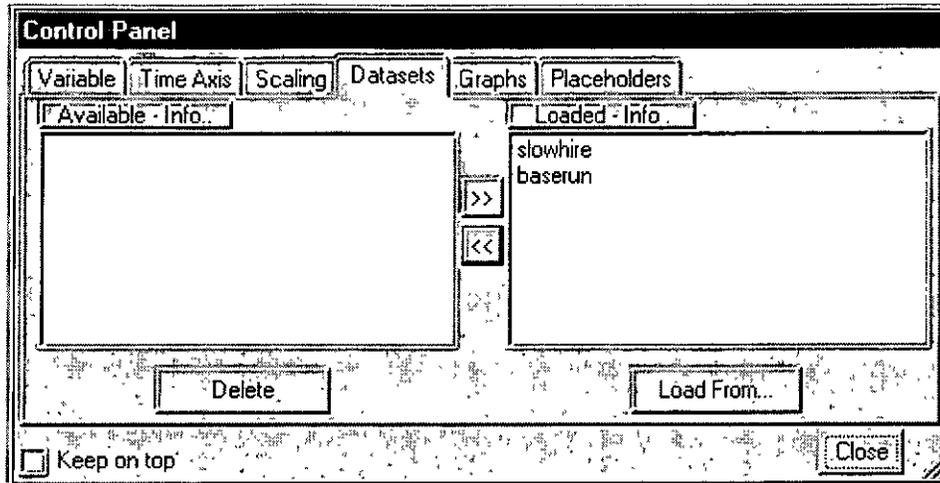
El botón izquierdo se usa para realizar casi todas las operaciones en Vensim, como elegir un menú, hacer clic en un botón, arrastrar gráficos u objetos del esquema. Cuando en esta Guía se requiere que haga clic sin mencionar derecho o izquierdo, haga clic con el botón Izquierdo. Los usuarios Macintosh hacen clic con el único botón.

Botón Derecho

El botón derecho se usa para definir opciones para las herramientas de esquema, Las Herramientas de Análisis y los objetos del esquema. Cuando se requiere que haga clic con el botón derecho, haga clic con el botón derecho en las PCs. Los usuarios Macintosh deberán hacer clic con el ratón mientras mantiene apretado la tecla Ctrl o la tecla Apple (Ctrl + clic o ⌘ + clic).

Acerca de las Cajas de Diálogo con Etiquetas

Los Diálogos con etiquetas son cajas de diálogo especiales estándar para Windows 95 y posteriores. Estas cajas de diálogo simplifican los controles separando la información en diferentes carpetas con etiquetas. Puede cambiar entre carpetas haciendo clic en la etiqueta apropiada. Ejemplos de estas cajas de diálogo son las de Control de la Simulación, el Editor de Ecuaciones y el Panel de Control (mostrado abajo):



En esta imagen, la etiqueta **Datasets (Grupo de datos)** ha sido seleccionada mostrando las dos corridas de simulación cargadas. Las **Variable**, **Time Axis**, **Scaling** y otros controles pueden ser seleccionados haciendo clic en la etiqueta deseada.

Instalando Vensim

Una vez que haya conseguido Vensim necesita empezar el programa de instalación. Puede recibir el programa de instalación en un CD o de nuestra página web <http://www.vensim.com>.

El CD de Vensim

El CD de Vensim contiene los programas de instalación para todas las configuraciones de Vensim para Windows y Macintosh. La etiqueta del CD muestra el número de la versión. Aunque se tienen los instaladores para todas las configuraciones, sólo podrá instalar la configuración para la que tiene un código de registro, como el descrito más adelante.

Descargando Vensim

Puede descargar Vensim de nuestra página web <http://www.vensim.com>. La compra de una licencia de Vensim incluye un año de actualizaciones electrónicas libres, después de esto necesitará pagar una cuota de mantenimiento para recibir las actualizaciones. Puede verificar en nuestra página web qué versiones están disponibles. El enlace directo para descargar es <http://www.vensim.com/cgi-bin/download.exe>. Cuando entra esta dirección le pedirán que entre su código de registro (vea más adelante). El código de registro identifica el producto que usted tiene y también la fecha hasta la cual ha continuado el mantenimiento.

Una vez usted entra su código de registro podrá escoger entre las versiones de Vensim disponibles para usted. Debe escoger la versión más reciente disponible, salvo que quiera una versión específica.

Windows: El instalador de Windows está dividido en varios archivos relativamente pequeños. El primero de estos archivos tiene un nombre que depende del producto (por ejemplo, *vendss32.exe* para Vensim DSS). Los archivos restantes se etiquetan *disk2.vip*, *disk3.vip* y así sucesivamente. Al

transmitir, asegúrese de guardar todos los archivos en el mismo directorio en su computadora y es muy importante que no cambie los nombres de ningún archivo, excepto el primero. Los contenidos de los diferentes archivos están claramente identificados en la página de descarga. El primer disco contiene el programa propiamente dicho, *disk2.vip* contiene los modelos de ejemplo y *disk3.vip* hasta *disk6.vip* tienen la documentación electrónica. Vensim DSS tiene un *disk7.vip* adicional que contiene los Vensim DLL y los archivos de apoyo.

Si sólo quiere instalar el programa, puede descargar simplemente el primer archivo.

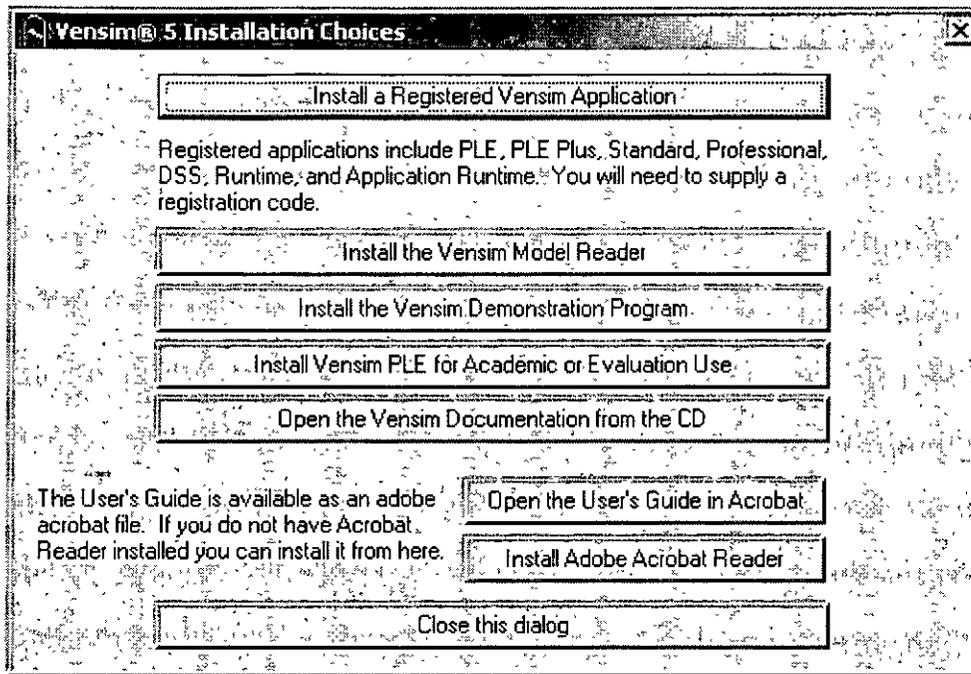
NOTA no intente abrir los archivos.vip. Ellos se usan durante el proceso de instalación pero no pueden abrirse individualmente. Aun cuando sólo quiera instalar los volúmenes de uno de ellos, necesitará el primer archivo (.exe).

Macintosh: Hay instaladores separados para el programa, modelos de ejemplo y archivos de ayuda en Macintosh. El instalador del programa es específico a la configuración del producto mientras que los otros son comunes. Las ayudas para el instalador son bastante grandes. Están en el CD de Vensim pero no está disponible para descargarlas. Puede ver los archivos de ayuda en línea en <http://www.vensim.com/documentation/vensim.htm>. Los archivos descargables de Macintosh son archivos binhex y necesitan ser convertidos a programa archivos de Macintosh. Esto es probable que lo haga automáticamente su navegador de web; en caso negativo, hay varias utilidades que hacen esta conversión.

Arrancar el Programa de Instalación

Desde el CD

Si usted tiene el CD sólo debe insertarlo en su computadora. Bajo Windows, el diálogo de Opciones de Instalación debe abrir automáticamente:



Si este diálogo no se abre, haga doble clic en el archivo del programa *setup.exe* contenido en el CD.

Del Diálogo de Opciones de Instalación seleccione el programa que usted quiere instalar. Si usted tiene un código de registro, haga clic en **Install a Registered Vensim Application (Instale una Aplicación de Vensim Registrada)** y entonces entre el código de registro para empezar la instalación.

En Macintosh, simplemente abra la carpeta de CD y busque el nombre del instalador que quiera. Primero debe instalar el programa, luego los modelos y finalmente el archivo de ayuda.

Si los descarga

Si descargara el programa de instalación Vensim, haga doble clic en el primer archivo (por ejemplo, *vendss32.exe* para Vensim DSS) que descargó. Este estará en el directorio que eligió cuando su navegador de web le preguntó dónde guardarlo. (Es importante recordar donde lo guardó).

Si usted está en Macintosh y los archivos bajados todavía son binhex (.hqx), necesitará convertirlos a una aplicación. Hay varios programas que hacen esto.

Acuerdo de Licencia

Antes de instalar Vensim necesitará aceptar las condiciones del acuerdo de licencia. Para su conveniencia este acuerdo de licencia está repetido al final de este Manual. El acuerdo es ligeramente diferente para las diferentes configuraciones de Vensim. Si acepta las condiciones del acuerdo de licencia, indíquelo y continúe con la instalación. Si no acepta las condiciones del acuerdo de licencia puede devolver el software para que se le reintegre lo que ha pagado por la licencia.

Código de Registro

Vensim DSS, Professional, Standard, PLE Plus y PLE para uso comercial requieren un Código de registro. Vensim PLE para uso educativo o para evaluación no requiere un código de registro. Si no tiene un Código de registro usted necesitará instalar Vensim PLE para uso educativo o para evaluación. En Macintosh puede usar el código de registro EDU para el uso educativo y EVAL para evaluación al instalar Vensim PLE. En Windows el programa de instalación tendrá botones para estas opciones.

El Código de registro es una serie de letras, dígitos y guiones. Si compró su licencia en línea o eligió recibir su licencia electrónicamente, su Código de registro se le enviará vía correo electrónico. De otra forma, se imprimirá en un certificado de licencia o en una etiqueta puesta en la parte de atrás de la caja del CD. En cualquier caso usted verá algo como:

```
Registration Code: ABCDE-FGHIJ-KLMNO-PRQS  
Company: Ventana Systems, Inc.  
Product: DSS  
Serial#: 0
```

Entre el Código de Registro como aparece. No es sensible a mayúscula / minúscula y puede sustituir los guiones por espacios. El nombre de su compañía debe ser igual al nombre de la compañía mostrado debajo de su código de registro (de nuevo no es sensible a mayúscula / minúscula). Si recibiera el código vía correo electrónico, es más fácil copiarlo del correo electrónico y pegarlo. Si usted comete un error entrando el código, le pedirán que revise el código que entró. Haga un doble chequeo para estar seguro que es idéntico al que usted recibió.

Si el nombre de su compañía es incorrecto, por favor avisenos.

1: Guía del Usuario de Vensim

NOTA Si está instalando Vensim PLE en Macintosh necesitará entrar el código de registro **EDU** para uso educativo y **EVAL** para propósitos de evaluación. En Windows estas opciones se identifican con botones de radio.

Directorio de Instalación

Puede escoger el directorio o carpeta en que quiere instalar Vensim. Para Windows tiene como valor predefinido el directorio de archivos de programa (normalmente el *c:\ Archivos de Programa\Vensim*). En Macintosh se creará una carpeta *Vensim* en el disco duro. Sin embargo, puede escoger instalar Vensim en cualquier lugar que usted quiera. Cuando nos referimos a directorios en este Manual, son subdirectorios del directorio en que se ha instalado Vensim.

Otras Configuraciones de Vensim

Vensim Standard, Professional y DSS se instalarán a un programa nombrado *vensim.exe*. Así, si actualiza de Vensim Standard a Vensim Profesional, la instalación reemplazará Vensim Standard. Vensim PLE y PLE plus, por otro lado, se instalan a nombres diferentes. Vensim PLE se instala como *venple.exe* (*Vensim PLE* en Macintosh) y Vensim PLE Plus como *venplep.exe* (*Vensim PLE Plus* en Macintosh). Por consiguiente, puede instalar Vensim PLE o PLE Plus y otra configuración de Vensim en el mismo directorio sin ningún conflicto. Los archivos de apoyo instalados para todas las configuraciones son idénticos, aunque algunas configuraciones instalan archivos adicionales no necesitados por otras configuraciones. Vensim también guarda una cantidad limitada de configuración en los archivos *vensim.ini* (Standard, Professional y DSS), *venple.ini* (PLE) y *venplep.ini* (PLE Plus).

El resumen de esto es que instalando Vensim PLE junto con otra configuración de Vensim en el mismo lugar no causará ningún problema.

Otros Recursos

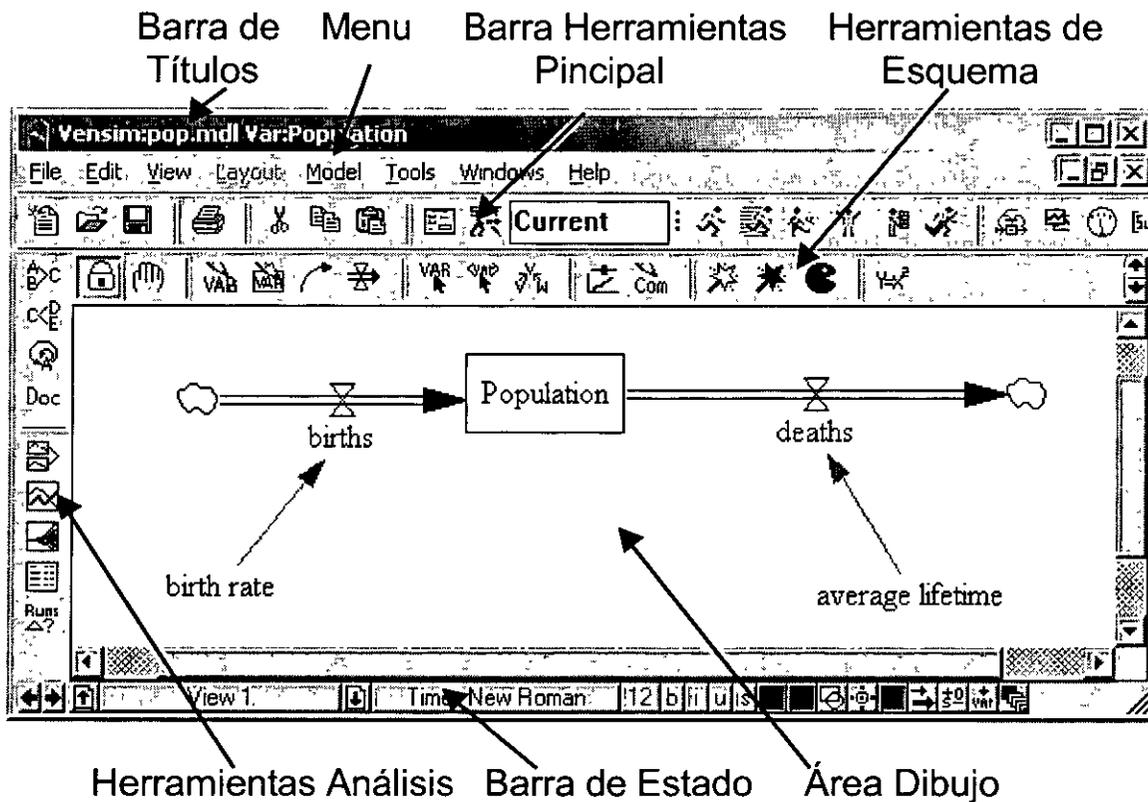
Cuando trabaje con Vensim, tiene varios recursos valiosos al alcance de su mano. La tarjeta de Referencia muestra los nombres y funciones de los botones encontrados en la ventana principal de Vensim. Esta Guía del Usuario se complementa con la *Guía de Modelización (Modeling Guide)* y el *Manual de Referencia (Reference Manual)*. La *Guía de Modelización (Modeling Guide)* describe el desarrollo de varios modelos dinámicos diferentes y llega a técnicas de modelización más avanzadas. El *Manual de Referencia (Reference Manual)* provee proporciona una cobertura detallada de todos los rasgos y funciones de Vensim. Hay una *Referencia Suplementaria de Vensim DSS (Vensim DSS Reference Supplement)* que documenta las capacidades únicas de *Vensim DSS*. Todos estos manuales están disponibles como ayuda en línea, lo que facilita las búsquedas en temas particulares.

2

La Interfaz del Usuario de Vensim

Principales Características

Vensim usa una interfaz que puede pensarse como un Banco de Trabajo y un juego de herramientas. La ventana principal de Vensim es el Banco de Trabajo que siempre incluye la Barra de Títulos, el Menú, la Barra de Herramientas y las Herramientas del Análisis. Cuando Vensim tiene un modelo abierto (como se muestra debajo), las Herramientas de Esquema y la Barra de Estado también aparecen.



Barra de Títulos

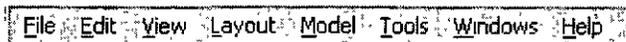
La barra de títulos muestra dos puntos importantes: el modelo que está abierto (por ejemplo, *Sales.mdl*) y la variable del Banco de Trabajo (por ejemplo, *sales force productivity* (*productividad de la fuerza de ventas*)).



La Variable del Banco de Trabajo es cualquier variable en el modelo que ha seleccionado y de la que quiere más información, como la conducta dinámica de esa variable. La Variable del Banco de Trabajo se selecciona haciendo clic en una variable o usando el Control de Selección de Variable en el Panel de Control (hablaremos del Panel de Control más adelante en este Capítulo).

Menú

Pueden realizarse muchas funciones desde el menú en Vensim.

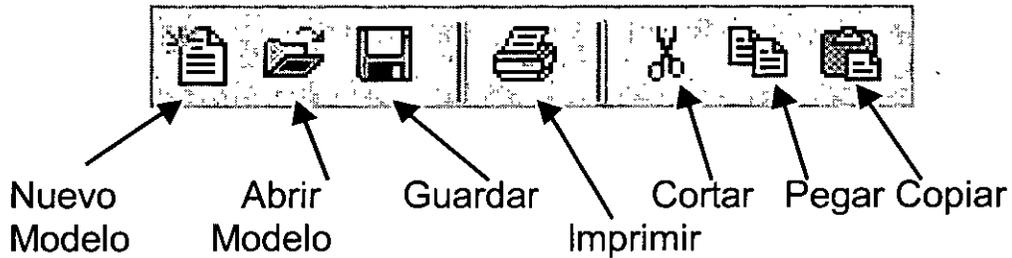


- El menú **File (Archivo)** contiene las funciones comunes como Open Model (Abrir Modelo), Save (Guardar), Print (Imprimir), etc.
- El menú **Edit (Edición)** le permite copiar y pegar las porciones seleccionadas de su modelo. También puede buscar una variable en su modelo.
- El menú **View (Ver)** tiene las opciones para manipular el esquema del modelo y para ver el modelo como sólo-texto (disponible sólo en Vensim Profesional y DSS).
- El menú **Layout (Diseño)** le permite manipular la posición y el tamaño de los elementos en el esquema.
- El menú **Model (Modelo)** proporciona el acceso al Control de la Simulación y a los diálogos de Límites de Tiempo, las características de comprobación del modelo y la importación y exportación de los Grupos de Datos.
- El menú **Tools (Herramientas)** fija las opciones globales de Vensim y le permite manipular las Herramienta de Análisis y las Herramienta de Esquema, así como fijar las opciones globales. En Vensim PLE y PLE Plus hay un menú de **Options (Opciones)** en vez de un menú de **Tool (Herramientas)**.
- El menú **Windows (Ventanas)** le permite que cambie entre diferentes ventanas abiertas.
- El menú **Help (Ayuda)** proporciona el acceso al sistema de ayuda en línea.

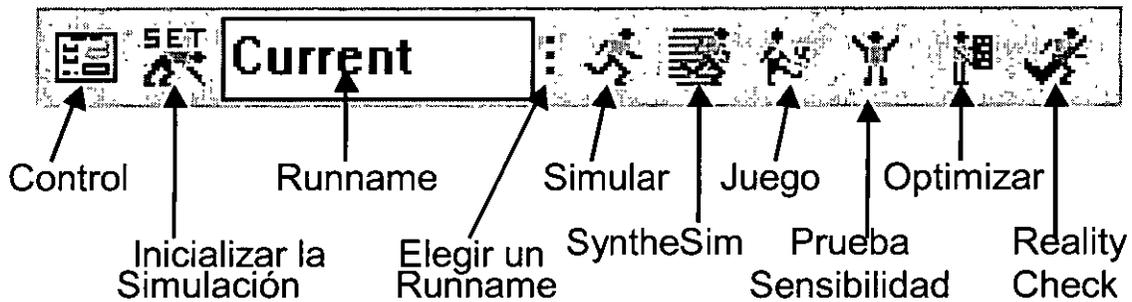
Los menús son sensibles al contexto y los comandos se aplican a cualquier ventana actualmente activa. Los comandos de menú normalmente usados también tienen teclas de atajo y pueden realizarse desde la Barra de Herramientas descrita abajo.

Barra de Herramientas

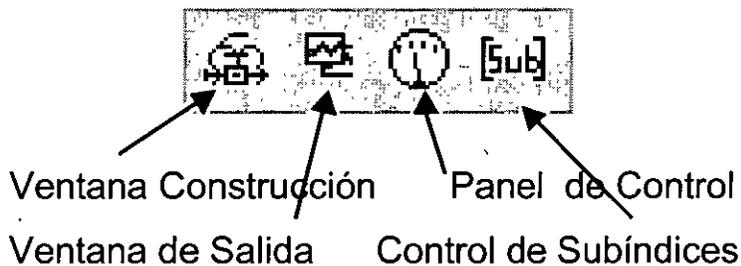
La Barra de Herramientas provee botones para algunos de los ítem del menú normalmente usados y para algunas características de la simulación. Con el primer conjunto de botones se accede a algunos ítem de Archivo y Edición.



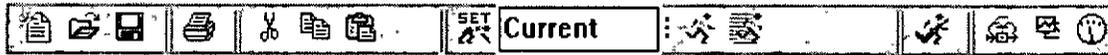
Los siguientes botones y la caja de edición Runname (Nombre de la corrida) son usadas para Simular los modelos.



Los últimos botones acceden a las distintas ventanas. Haga clic en un botón para traer ese tipo de ventana adelante o circular a través de ventanas de ese tipo.



La apariencia exacta de la Barra de Herramientas depende de su configuración de Vensim. Algunas configuraciones tienen menos entradas que las mostradas anteriormente. Por ejemplo la Barra de Herramientas del Vensim PLE aparece como:



Tipos de Ventanas

Vensim contiene varios tipos o clases de ventanas:

1. La Ventana de Construcción se usa para construir los nuevos modelos, o para modificar, navegar y simular modelos existentes. En Vensim Standard, Professional y DSS varios modelos pueden estar abiertos, cada uno en su propia Ventana de Construcción.
2. Las ventanas de Salida son creadas con la Herramienta de Análisis de Vensim que incluye gráficos, tablas y listas.
3. Las ventanas de Control incluyen el Panel de Control, una caja de diálogo con etiquetas usadas para controlar las configuraciones interiores de Vensim y el Control de Subíndices, usada para definir y seleccionar los subíndices en Vensim Professional y DSS.

Moviéndose Entre los Tipos de Ventana

Cuando una ventana es seleccionada primero o es creada, esa ventana se mueve al tope y se pone activa mientras todas las otras ventanas se ponen inactivas. Sólo puede trabajar en la ventana activa. Cuatro métodos diferentes le permiten moverse entre las clases de ventana:

1. Haga clic en el botón apropiado de la ventana en la Barra de Herramientas.
2. Apriete Ctrl + Shift + Tab para girar entre las clases de ventanas.
3. Desde el menú Windows (Ventana) seleccione Pop Build Forward (Llevar la Ventana de Construcción adelante), Pop Output Forward (Llevar la Ventana de Salida adelante), Panel de Control o Control de Subíndices.
4. Use el ratón y haga clic en la ventana apropiada (esto sólo puede usarse si la ventana es visible).

El último método trabaja particularmente bien para la Ventana de Construcción, porque es la más grande y normalmente no se cubre cuando otras ventanas están activas.

Moviéndose entre Ventanas dentro de una Clase

Puede haber múltiples ventanas de salida y, en las configuraciones más avanzadas, varias ventanas de construcción abiertas. Existen cuatro métodos para moverse entre las ventanas dentro de una clase:

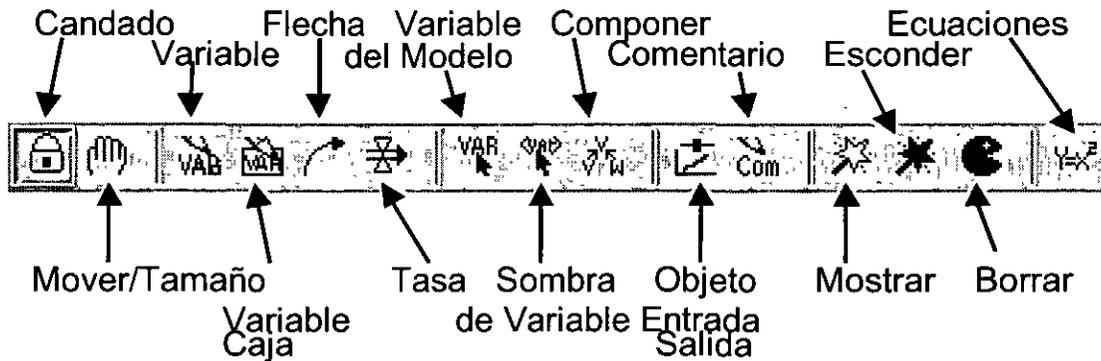
1. Haga clic en el botón de clase de ventana.
2. Presione Ctrl + Tab (o Shift + Tab para moverse en la dirección opuesta).
3. Desde el menú de Windows (Ventanas), seleccione Output Window List (Lista de Ventana de salida) para las ventanas de salida, o haga clic en la ventana de Construcción mostrada al fondo del menú de Windows (Ventanas).
4. Use el ratón y haga clic en la ventana apropiada (esto sólo trabaja si la ventana está visible).

La Ventanas de Construcción

Las Ventanas de Construcción se usan para crear modelos en Vensim. Por omisión, se abren con las herramientas del Esquema usadas para esbozar la estructura del modelo y para escribir las ecuaciones. La barra de estado provee los botones para modificar el esquema. Excepto en PLE, los modelos pueden construirse en varios esquemas diferentes o vistas del esquema. Cada vista del esquema muestra una parte del modelo, así como cada página en un libro cuenta una parte de la historia. En Vensim Professional y DSS, las Ventanas de Construcción pueden llevarse a un editor de textos para construir y revisar a los modelos basados en texto. La barra de estado cambia entonces a una versión de edición de texto.

Herramientas de Esquema

Las herramientas del esquema se agrupan en un conjunto de herramientas del Esquema. Vensim PLE y PLE Plus tiene sólo un Conjunto de Herramientas del Esquema, pero las otras configuraciones le permiten escoger y modificar su Conjunto de Herramientas del Esquema agregando, moviendo y cambiando las acciones de las diferentes herramientas. Pueden guardarse los Conjuntos de Herramientas personalizados en archivos, para volver a abrirlos para su uso posterior. Las Herramientas del Esquema (*default.sts*) contiene la mayoría de las herramientas del Esquema necesarias para construir modelos.



Vensim PLE y PLE Plus no tienen la Variable del Modelo, Composición, Esconder o mostrar palabras o flechas y Vensim PLE no tiene la herramienta de los Objetos de Entrada Salida.

Para las otras configuraciones las herramientas del Esquema pueden configurarse haciendo clic con el botón derecho del ratón en la herramienta y cambiando sus opciones. Si usted cambia la configuración de una herramienta, se le preguntará si usted quiere guardar el conjunto de herramientas del Esquema al terminar Vensim. Haciendo clic **Yes (Sí)** borra el conjunto de herramientas viejo. Haciendo clic en **No** guarda el conjunto de herramientas viejo (y perderá sus cambios). Pulsando el botón **Cancel (Cancelar)** le permite usar el menú de **Tools (Herramientas)** para guardar el conjunto de herramientas con un nuevo nombre antes de terminar. No hay ningún límite al número de Conjunto de Herramientas que usted guarda, pero la mayoría de los usuarios ha encontrado mejor usar un único conjunto de herramientas del esquema configurado a sus necesidades.

Las Herramientas de Esquema en el Conjunto por omisión son:

- **Lock (Candado)** — el esquema está bloqueado. El indicador puede seleccionar objetos del esquema y la Variable del Banco de Trabajo, pero no puede mover los objetos del esquema.
- **Move/Size (Mover/Tamaño)** — mueve, cambia el tamaño y selecciona los objetos del esquema: las variables, las flechas, etc..
- **Variable** — crea variables (Constantes, Auxiliares y Datos).
- **Box Variable (Variable Caja)** — crea las variables con forma de caja (usada para Niveles o Stocks).
- **Arrow (Flecha)** — crea flechas rectas o curvas.
- **Rate (Tasa)** — crea Tasas (o Flujos), consistiendo en flechas perpendiculares, una válvula y, si fuera necesario, fuentes y sumideros (nubes).
- **Modelo Variable (Variable del Modelo)**— agrega una variable existente y las causas de esa variable a la vista del esquema.
- **Shadow Variable (Sombra de Variable)** — agrega una variable existente a la vista del esquema como una sombra de la variable (sin agregar sus causas).
- **Merge (Composición)** — Compone dos variables en una sola, une los Niveles hacia las nubes existentes, une las Flechas hacia una variable y realiza otras operaciones.
- **Input Output Object (Objeto Entrada Salida)** — agrega Deslizadores de entrada y gráficos de salida y Tablas al esquema.
- **Sketch Comment (Comentario del esquema)** — agrega comentarios y dibujos al esquema.
- **Unhide Wand (Mostrar)** — muestra (hace visible) las variables en una vista del esquema.
- **Hide Wand (Ocultar)** — esconde las variables en una vista del esquema.
- **Delete (Borrar)** — Borra la estructura, las variables en el modelo y los comentarios en un esquema.
- **Equations (Ecuaciones)**— crea y edita las ecuaciones de un modelo usando el Editor de Ecuaciones.

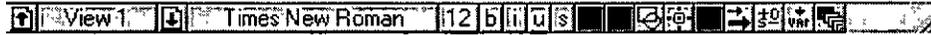
Para construir un modelo, primero seleccione una herramienta del Esquema haciendo clic en ella con el ratón. También puede seleccionar una herramienta apretando un carácter en el teclado regular (*no* el teclado numérico). Use 1 para la primera herramienta, 2 para la segunda y así sucesivamente (0 para la 10, Q para la 11, W para la 12 y así sucesivamente). Note que esto sólo trabaja cuando la Ventanas de Construcción están activas.

Mueva el ratón a la vista del esquema y haga clic una vez con el botón izquierdo del ratón para aplicar la herramienta (para las Flechas y Tasas, primero haga clic una vez, entonces mueva el ratón y clic una vez más).

NOTA la selección de una herramienta de Esquema es adhesiva. Es decir, la herramienta del Esquema elegida queda activa hasta que usted escoja otra— para seguir aplicándolo al esquema.

Barra de Estado

La barra de estado muestra el estado del esquema y de los objetos en él. La barra de estado contiene botones para cambiar el estado de los objetos seleccionados y para moverse a otra Vista.



Pueden controlarse varios atributos del esquema desde la barra de estado, incluyendo:

- Cambiar las características de las variables seleccionadas; tipo de fuente, tamaño, negrita, cursiva, subrayado, tachado.
- El color de la variable, el color de la caja, la forma del contorno, la posición del texto, el color de la flecha, la anchura de la flecha, la polaridad de la flecha etc.

Al usar el editor de textos (Vensim Professional y DSS), la barra de estado cambia para reflejar las operaciones de edición de texto.

Simulación

Además de construir modelos, puede usar las ventanas de construcción para realizar tareas de simulación. Aún más importante, puede entrar en el modo de Inicialización de la Simulación y en el modo de SyntheSim desde las ventanas de construcción. En el modo de Inicialización de la Simulación se resaltarán todas las constantes y Funciones Gráficas (Lookup) del modelo. Haciendo clic en ellos, los cambios temporales pueden ser usados para una simulación. En el modo de SyntheSim cada Constante del modelo tiene un deslizador asociado que puede usarse para ajustar su valor. Más detalles pueden encontrarse en el Capítulo 13. Usted entra en el modo de Inicialización de la Simulación y en el modo de SyntheSim haciendo clic en el icono asociado en la Barra de Herramientas.

Ventanas de Salidas

Las Ventanas de Salidas se generan haciendo clic en la Herramienta de Análisis. Las herramientas de Análisis recaban información del modelo y muestran la información en una ventana como un diagrama, un gráfico, o texto, dependiendo de la herramienta particular. Docenas de estas ventana pueden ser abiertas simultáneamente y una ventana en particular puede ser cerrada individualmente haciendo clic en el botón de **Close (Cerrar)** arriba a la izquierda o arriba a la derecha, o todas las ventanas pueden ser cerradas juntas usando el ítem del menú **Windows>Close All Output**.

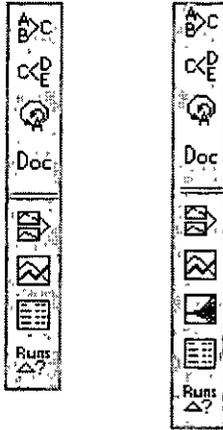
Herramientas de Análisis

Las herramientas de análisis son usadas para mostrar información sobre la Variable del Banco de Trabajo, tanto su lugar o como su valor en el modelo, o su conducta de los grupos de datos de la simulación. Las herramientas del análisis se agrupan en el Conjunto de Herramientas. En Vensim PLE y PLE Plus sólo puede usar el conjunto de herramientas definido en el Grupo de Datos. En las otras configuraciones, los Conjunto de Herramientas de Análisis pueden modificarse. Se construyen en el conjunto de herramientas (también llamado *default1.vis*) y el conjunto de herramientas más completo *default2.vis* que contiene muchas de las herramientas del Análisis necesarias para investigar modelos.

Excepto en Vensim PLE y PLE Plus las herramientas del Análisis pueden configurarse para mostrar cosas diferentes sobre la Variable del Banco de Trabajo. Para configurar una herramienta, haga clic en la herramienta con el botón derecho del ratón y cambie sus opciones. También pueden agregarse herramientas a un conjunto de herramientas. Como con el Conjunto de Herramientas del Esquema, si usted hace cambios, se le ofrecerá guardar el conjunto de herramientas al terminar Vensim. Se proporcionan varios Conjunto de Herramientas del Análisis diferentes con Vensim y pueden abrirse del menú **Tools> Análisis Toolset >Open**.

Lo siguientes Conjunto de Herramientas vienen construidos:

PLE Otras Configuraciones



Una descripción de la función de las herramientas se muestra debajo. Las herramientas mostradas debajo son del conjunto de herramientas *default2.vts* que contiene más herramientas que los definidos en el conjunto de herramientas. En Vensim PLE y PLE Plus sólo están disponibles los conjuntos de herramientas mostrados arriba. La herramienta de Estadística y el editor de textos no están disponibles en Vensim Standard y el Editor Venapp solo está disponible en Vensim DSS.

Herramientas de Análisis Estructurales

 **Causes Tree (Árbol de Causas)** — crea una representación gráfica de tipo árbol que muestra las causas de la Variable del Banco de Trabajo.

 **Uses Tree (Árbol de usos)** — crea una representación gráfica de tipo árbol que muestra los usos de la Variable del Banco de Trabajo.

 **Loops (Lazos)**— muestra una lista de todos los lazos de realimentación que pasan a través de la Variable del Banco de Trabajo.

 **Document (Documentación)** — repasa las ecuaciones, definiciones, las unidades de medida y selecciona valores para la Variable del Banco de Trabajo.

Análisis Herramientas de los Grupos de Datos



Causes Strip Graph (Gráfico de Tira de Causas) — muestra gráficos simples en una tira, permitiéndole rastrear la causalidad, mostrando las causas directas (mientras lo muestra) de la Variable del Banco de Trabajo.



Graph (Gráfico) — muestra el comportamiento en un gráfico más grande que el Gráfico de Tira y contiene las diferentes opciones de salida para el Gráfico de la Tira.



Sensitivity Graph (Gráfico de Sensibilidad) — crea un gráfico de sensibilidad de una variable y su rango de incertidumbre generada por el test de sensibilidad.



Bar Graph (Gráfico de Barras) — crea un gráfico de barras de una variable en un momento específico, o despliega un histograma de variables durante todas las veces o para las simulaciones de sensibilidad en un momento.



Table (Tabla) — genera una tabla de valores para la Variable del Banco de Trabajo.



Runs Compare (Comparación de Corridas) — compara todos los Funciones Gráficas (Lookup) y las Constantes en el primer Grupo de Datos con los del segundo Grupos de Datos.



Statistics (Estadísticas) — proporciona un resumen de las estadísticas de la Variable del Banco de Trabajo y sus causas o usos.

Otras Herramientas



Units Check (Chequeo de Unidades) — proporciona una manera alternativa de acceder al chequeo de unidades.



Ecuación Editor (Editor de Ecuaciones) — proporciona una manera alternativa de acceder a la ecuación de la Variable del Banco de Trabajo.



Venapp Editor† (Editor de Venapp) — soporta la edición de Venapps.



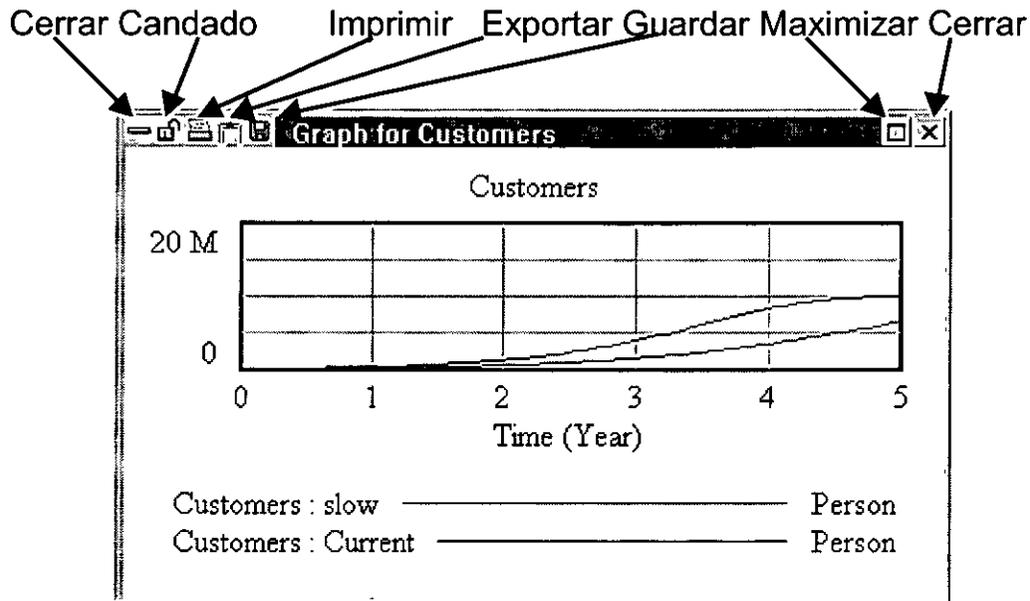
Text Editor (Editor de Texto) — un editor de textos universal. Está configurado para revisar los archivos `.vgd`

Las herramientas del **Diagrama de árbol**, el **Gráfico de Tiras**, el **Gráfico de Sensibilidad**, la **Tabla** y las **Estadísticas** pueden ser todas configuradas para mostrar cualquier causa o uso de la Variable del Banco de Trabajo.

Salidas de la Herramienta de Análisis

Haciendo clic en una Herramienta de Análisis se genera una nueva ventana con una salida formateada, salvo la Tabla y las herramientas de Documento que agregan información a cualquier ventana de Tabla existente o de Salida del Documento. La salida de una herramienta permanece en pantalla hasta que usted lo quite y *no se* actualiza cuando se hacen cambios al modelo. La única excepción a esto es la salida de la herramienta que está en un esquema que usa un objeto de Entrada Salida, como se describe en el Capítulo 12.

Un ejemplo de salida de las Herramientas de Análisis es el gráfico desplegado debajo. Las descripciones de los botones comunes a todas las ventanas de salida se muestran abajo.



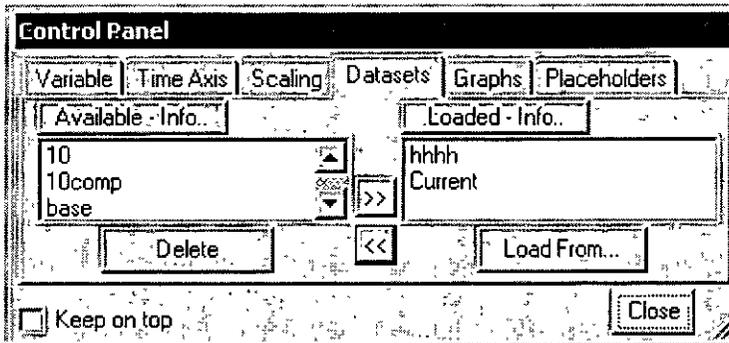
- Si cambia un modelo o hace un nuevo grupo de datos, puede anular la salida vieja fácilmente y rápidamente pulsando el botón de **Cerrar** localizado encima a la izquierda o encima en la esquina derecha o apretando la tecla de **Supr (Del)**.
- Puede borrar todas las ventanas de salida seleccionando el ítem del menú **Windows>Close All Output**.
- Puede impedir que una ventana de salida sea cerrada haciendo clic en el botón del **Candado** en el tope de la esquina izquierda para bloquear la ventana. Haciendo clic de nuevo en el **Candado** se abrirá la ventana..
- Puede guardar la información permanentemente en una ventana de salida haciendo clic en el botón de **Guardar** (para guardar a un archivo) o en el botón **Exportar** (para copiar en el portapapeles y pegarlo en otra aplicación) mientras la ventana de salida está activa.
- Si usted remueve la salida, puede reproducirla fácilmente invocando la herramienta que lo generó

2: Vensim User's Guide

(a menos que usted haya cambiado las cosas en el modelo o los valores de las constantes o tablas de Función Gráfica (Lookup)).

La salida de la Herramienta de Análisis es fácil de crear y de borrar. Las herramientas de análisis no crean información, sino que muestran la información existente en una forma más útil y digerible.

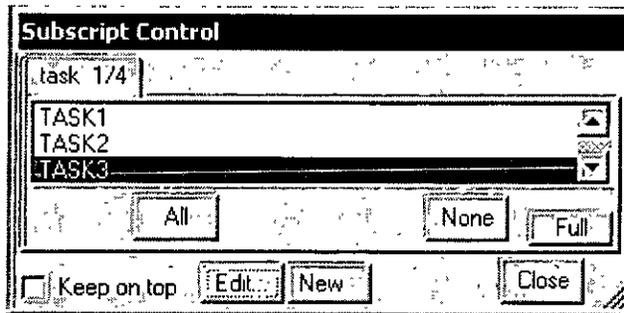
Panel de Control



El Panel de Control le permite cambiar configuraciones interiores que gobiernan el funcionamiento de Vensim, como cual Variable del Banco de Trabajo se selecciona o que Grupos de Datos están cargados. Abra el **Panel de Control** haciendo clic en el botón del Panel de Control  en la Barra de Herramientas o seleccionando el ítem del menú **Windows>Control Panel**. Los grupos del Panel de Control se agrupan en seis carpetas con etiquetas (cinco en Vensim PLE y PLE Plus). Seleccione un control particular haciendo clic en la etiqueta apropiada en el tope de la ventana.

- **Variable** le permite escoger una variable en su modelo y seleccionarla como la Variable del Banco de Trabajo.
- **Time Axis (Eje de Tiempo)** le permite cambiar o enfocar el periodo de tiempo sobre la que las Herramientas de Análisis operan.
- **Scaling (Escala)** le permite que cambie las escalas de los gráficos de salida.
- **Datasets (Grupo de Datos)** le permite manipular los Grupos de Datos guardados (corridas)
- **Graphs (Gráfico)** trae el Mando de Gráfico a Medida.
- **Placeholders (Llenar Huecos)** es un control que fija valores para simular modelos incompletos (No PLE o PLE Plus, vea el Manual de Referencia).

Control de Subíndices



El Control de Subíndices se usa en Vensim Professional y DSS para crear, revisar y seleccionar los elementos para los Rangos de Subíndice con el objeto de enfocar el funcionamiento de las herramientas del Análisis. Por ejemplo, para un modelo con variables con subíndices por tarea, seleccionando simplemente una tarea (*TASK3*) enfocará la Herramienta de Análisis para mostrar la información sólo sobre la tarea (*TASK3*). Los subíndices se seleccionan y deseleccionan y haciendo clic en ellos o pulsando el botón **All** o **None** (**Todos** o **Ninguno**).

Para abrir el Control de Subíndice haga clic en el botón de control de **Subíndice**  en la Barra de Herramientas. Puede definir los nuevos Rangos del Subíndice haciendo clic en el botón **New...** (**Nuevo...**) y revisar el Rango de Subíndice para la etiqueta actual haciendo clic en el botón **Edit...** (**Edición**).

3

Un Ejemplo Práctico

Modelando con Vensim

Los siguientes pasos son típicos para construir y usar modelos en Vensim.

- Construya un modelo o abra un modelo existente.
- Examine la estructura usando la herramienta para Análisis Estructural (Diagramas de Árbol).
- Simule el modelo cambiando los parámetros para ver cómo responde.
- Examine los comportamientos interesantes en más detalle usando las Herramientas de Análisis (Gráficos y tablas).
- Realice experimentos controlados con la simulación y refine el modelo.
- Presente el modelo y su comportamiento a su auditorio, mostrando los resultados con SyntheSim, la Herramienta de Análisis de Salidas con Gráficos y Tablas a medida.

Para construir, examinar y modificar los modelos se debe seguir un acercamiento iterativo. Empezar por modelos simples con pocos lazos de realimentación y poco detalle, permite la construcción rápida de un modelo de simulación para trabajar. Este modelo de simulación para trabajar puede modificarse y mejorarse si es necesario, para mostrar un nivel distinto de detalle y complejidad.

Vensim muestra las salidas de su simulación en un solo paso, permitiéndole ver los resultados de la simulación al instante, para todas las variables en la pantalla. Durante la simulación, el comportamiento dinámico se va guardando para todas las variables del modelo. Usted puede seleccionar cualquier variable de interés y hacer clic en la Herramienta de Análisis apropiada para desplegar los resultados más detallados.

El Ejemplo de Inventario y Mano de obra

En este capítulo trabajará a través de los mecanismos para usar Vensim con un modelo de inventario y mano de obra. Este es un modelo simple, pero bastante valioso para estudiar. Demuestra cómo la interacción de las políticas de administración de existencias y las prácticas de contratación pueden llevar a inestabilidades en la producción. También demuestra los resultados, un poco contraintuitivos, que surgen de ser más agresivos para contratar y despedir a las personas y que pueden llevar a una mano de obra más estable. El modelo de inventario y mano de obra se desarrolla en el Capítulo 2 de la Guía de Modelización.

Empezando Vensim

Windows (95, 98, NT 4.0, 2000 or XP)

- Haga clic en el botón **Inicio**, de ahí **Programas>Vensim>Vensim XXX** (donde XXX es uno de PLE, PLE Plus, Standard, Professional or DSS).

Macintosh

- Haga doble clic en el icono de **Vensim**.

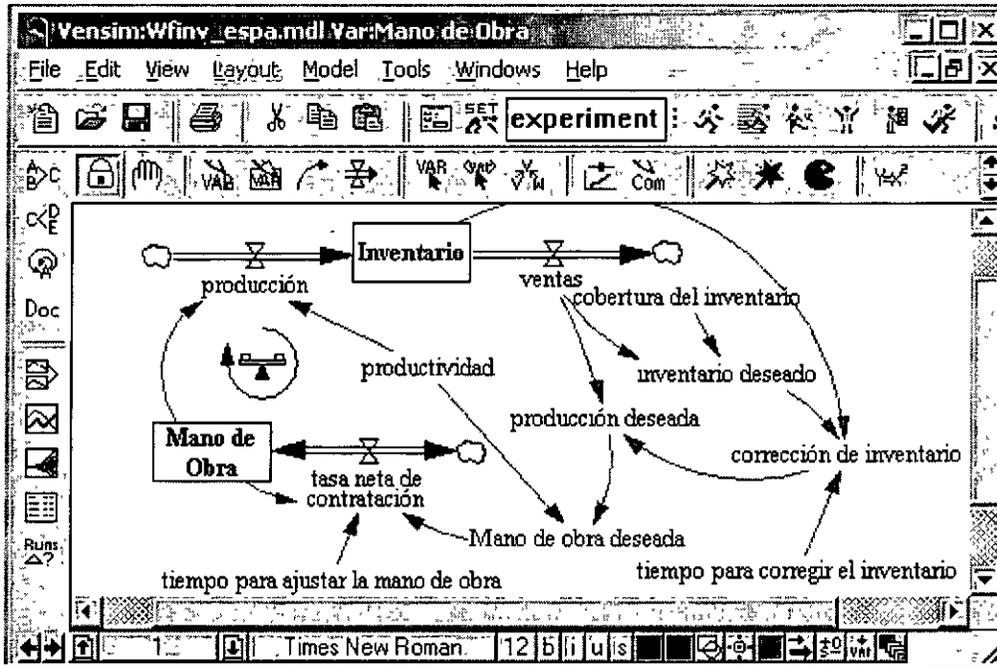
Vensim se abrirá con un nuevo (vacío) modelo, o el último modelo con que usted estaba trabajando. Podríamos empezar desarrollando nuestro modelo aquí, pero en cambio abriremos y simularemos un modelo existente.

Abriendo el Modelo

- Seleccione en el menú **File>Open Model...(Archivo>Abrir Modelo)**, o haga clic en el botón **Abrir Modelo**  en la barra de tareas.
- Abra el modelo *wfinv.mdl* ubicado en el directorio *guide\chap03* (normalmente el camino (path) completo es *c:\Program Files\Vensim\models\guide\chap03* pero podemos omitir la primera parte).

Si usted quiere trabajar con el modelo en español llamado *wfinv_espa.mdl*, se encuentra en el mismo directorio en que descargó esta Guía del Usuario.

Vensim cargará el modelo **Mano de Obra / Inventario** y la pantalla debe aparecer como debajo.



Este modelo describe el comportamiento dinámico de una planta industrial que tiene inventario. La barra de títulos despliega el nombre del modelo que está cargado (*wfinv_esp.mdl*) y la variable *Mano de obra*, que es la variable del Banco de Trabajo. Podemos ver que la variable *Mano de obra*, también aparece en el esquema. La Variable del Banco de Trabajo es cualquier variable en el modelo que nosotros estamos interesados en enfocar. Podemos cambiar el enfoque cuando queremos, haciendo clic sobre otra variable.

- La herramienta de **Candado** de Esquema (Sketch Lock) se selecciona por omisión. Ponga el cursor del ratón encima de la caja en el esquema que dice *Inventario* y haga clic en él

Podemos ver que la Variable del Banco de Trabajo (en la barra de Títulos) cambia de *Mano de obra* a *Inventario*.

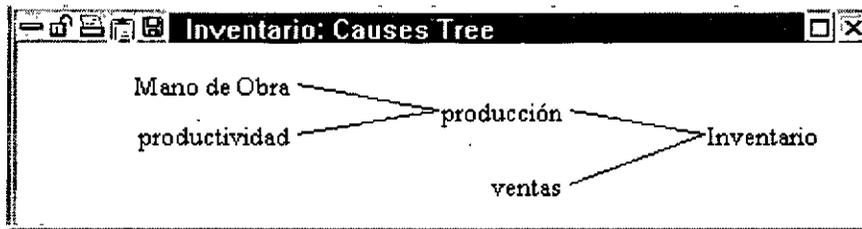
Examinando la Estructura

El modelo *Mano de Obra / Inventario* presentado es relativamente simple, aunque puede resultar confuso si no está familiarizado con las convenciones de los Diagramas de stock y flujo. En esta representación visual, las flechas implican causa y efecto: la variable a la cola de la flecha causa a la variable a la cabeza de la flecha (un cambio). Por ejemplo, la *producción* es causada por la *Mano de obra* y también por la *productividad*

Podemos investigar la estructura de este modelo con las herramientas de Análisis Estructural. Obtendremos respuestas sobre la estructura, no sobre el comportamiento dinámico del modelo (eso viene luego cuando simulemos el modelo y usemos el Análisis del grupo de datos como herramienta).

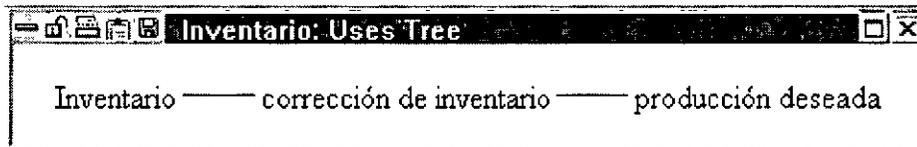
3: Vensim User's Guide

- Haga clic sobre la Herramienta de Análisis, **Diagrama de Árbol de Causas**  y una ventana se abre:



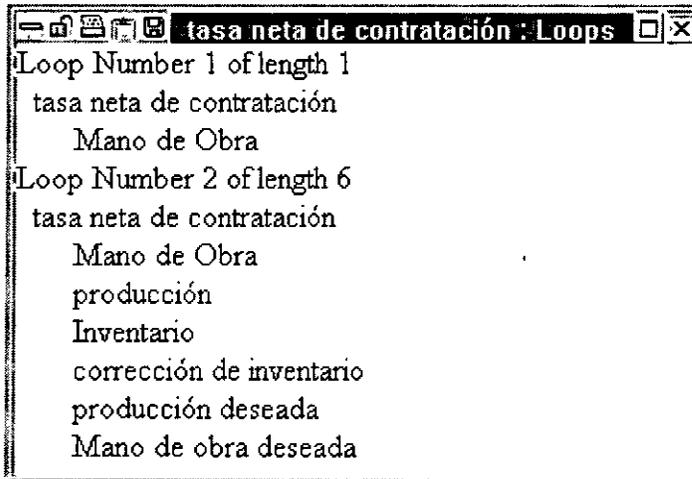
Vemos que la variable del Banco de Trabajo, *Inventario*, está a la derecha y todo lo que la hace cambiar (hasta dos 2 conexiones de distancia) está a la izquierda.

- Pulse el botón **Cerrar**  en la esquina superior izquierda, o el botón de **Cerrar**  en la esquina superior derecha, o presione la tecla Supr (Del), para cerrar el Diagrama de árbol.
- Haga clic en la Herramienta de Análisis de **Diagrama de Árbol de Usos**  y una ventana de salida se abre:



Ahora podemos ver la Variable del Banco de Trabajo a la izquierda y donde se usa en el modelo (lo que ésta hace cambiar, hasta dos conexiones de distancia) a la derecha. Note que estos Diagramas de Árbol simplemente presentan la información del modelo en una forma diferente. Podemos observar todas las conexiones causales examinando el esquema, pero los árboles presentan sólo parte de un modelo y pueden ser más fáciles de entender.

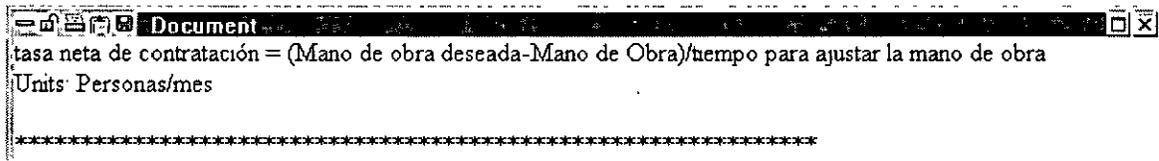
- Haga clic en el botón **Cerrar** o presione la tecla Supr (Del) para cerrar el Diagrama de Árbol.
- Ponga el cursor del ratón en la *tasa neta de contratación* que aparece en el esquema y luego haga clic para seleccionarla como Variable del Banco de Trabajo.
- Haga clic en la Herramienta de Análisis de **Lazos** 



Una ventana muestra todas las variables en todos los lazos de realimentación (dos) que pasan a través de la Variable del Banco de Trabajo: la *tasa neta de contratación*.

- Haga clic en la Herramienta de Análisis de Documento 

La salida de esta herramienta dependerá de la configuración de Vensim que esté usando. Para Vensim PLE y PLE Plus la herramienta de documento proporciona la documentación de todo el modelo, mostrando todas las ecuaciones del modelo en un formato del texto simple. Para las otras configuraciones esta información se despliega sólo para la variable del Banco de Trabajo actual.



Una ventana se abre y muestra la ecuación de la variable del Banco de Trabajo (la *tasa neta de contratación*) y las unidades de medida.

- Seleccione el ítem del menú Windows > Close All Output.

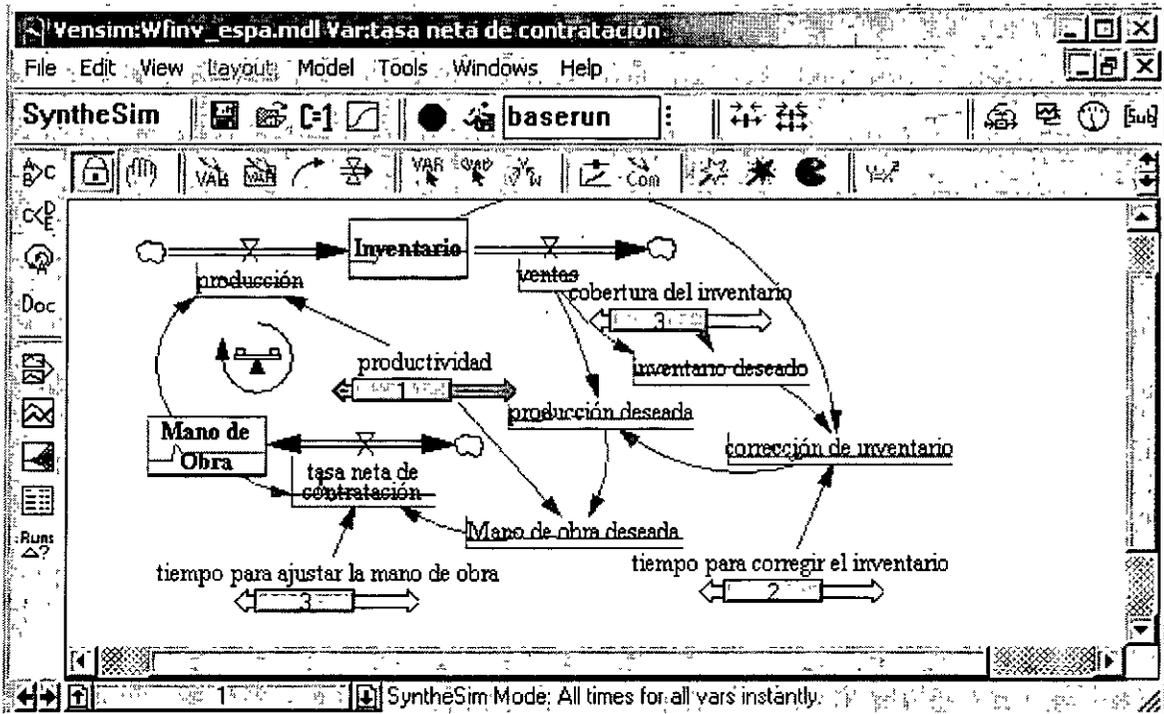
Esto cierra todas las ventanas de salida que se han creado.

Simulando el Modelo

Ahora nos gustaría examinar el comportamiento dinámico del modelo. Queremos ver el comportamiento de las variables en el modelo, como por ejemplo la cantidad de *Inventario* a lo largo del tiempo. Para hacer esto, primero necesitamos simular el modelo. La manera más fácil de simular modelos es usando la Barra de Herramientas. Para acceder a algunas de las opciones más avanzadas para preparar las simulaciones, puede usar el Control de la Simulación como se describe en el Capítulo 8 del Manual de Referencia.

3: Vensim User's Guide

- Haga Doble clic en la caja de edición del nombre de la simulación en la Barra de Herramientas  para resaltar el nombre predefinido *Current* (*Actual*) (o haga clic una vez y pinte el nombre *Current*), entonces teclee el nombre *baserun*. Este será el nombre del grupo de datos que tiene todos los valores de la simulación con el comportamiento de las variables, cuando hagamos la corrida de la simulación.
- Haga clic sobre el botón **SyntheSim**  en la Barra de Herramientas. Vensim cambiará al modo SyntheSim y verá lo siguiente:



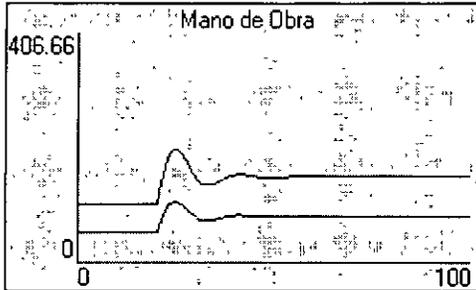
Para cada variable hay un gráfico encima o un deslizador debajo de ella. Los deslizadores se relacionan con las constantes (variables que asumen un solo valor todas las veces) y se muestran los gráficos de tendencias en miniatura para las variables restantes. Si usted posiciona el cursor encima de un nombre de variable y espera, aparecerá un gráfico más grande.

- Haga doble clic sobre la caja de edición del nombre de la simulación en la Barra de Herramientas nuevamente y reemplace el nombre *baserun* con *experiment*. Ahora, cuando haga los cambios se guardarán en el grupo de datos *experiment*, mientras el grupo de datos *baserun* se mantendrá sin cambios.
- Usando el ratón, mueva el deslizador debajo de *productividad* de un lado a otro. Cuando mueva el deslizador el modelo simulará y los resultados se desplegarán en azul, junto con los resultados de *baserun* que se muestra en rojo. La simulación se hace lo bastante rápido como para que los gráficos se actualicen al instante.

Examinando el Comportamiento

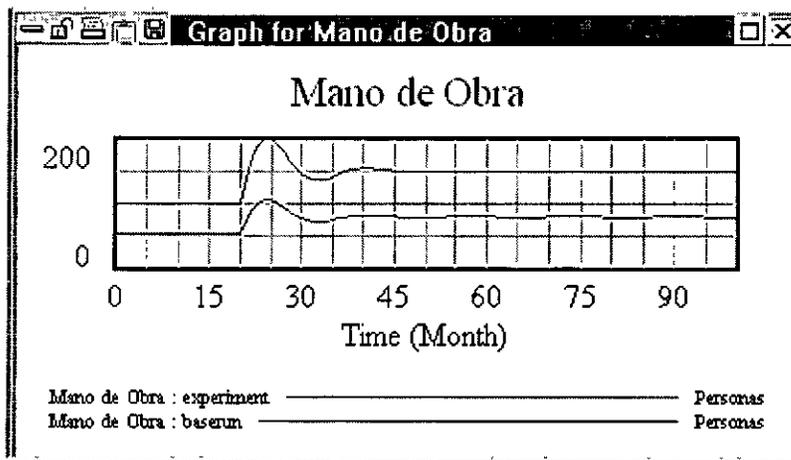
Mientras los gráficos se muestran para todas las variables, a menudo es útil obtener una salida más detallada y más grande.

- Posicione el ratón encima de *Mano de obra* y déjelo allí. Aparecerá un gráfico justo debajo de *Mano de obra*.



Este es el mismo gráfico mostrado encima de la variable, sólo que más grande y tiene las etiquetas en los ejes. Los gráficos son hechos iguales para que puedan relacionarse fácilmente con los gráficos en miniatura que se muestran en el Diagrama.

- Haga clic sobre *Mano de obra* para seleccionarla en el Banco de Trabajo.
- Haga clic sobre la Herramienta de Análisis de Gráfico 

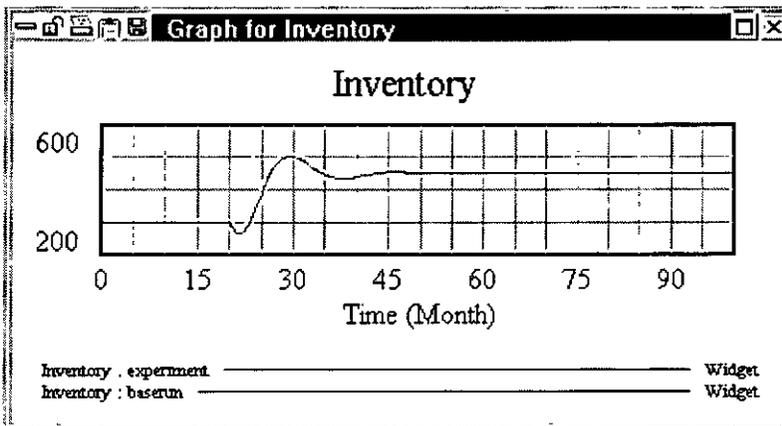


Dos cosas son importantes en el gráfico anterior. Primero ambas corridas muestran un modelo de conducta conocido como oscilación amortiguada. Segundo, las dos corridas son idénticas salvo por la escala.

- Cierre el gráfico haciendo clic en el botón **Cerrar** o presione Supr (Del).

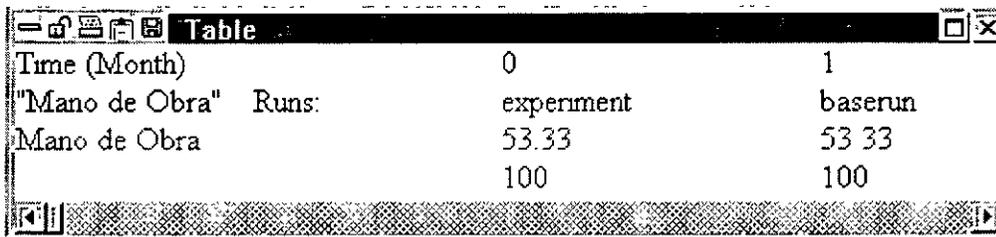
3: Vensim User's Guide

- Haga clic sobre la variable *Inventario* que aparece en el esquema y luego haga clic en la herramienta del Gráfico 



Verá un gráfico de *Inventario* con un comportamiento oscilante similar a la *Mano de obra*, aunque el valor del *Inventario* comienza declinando antes de aumentar su valor. Más importante aún, se ve sólo un gráfico. Miremos una tabla con los valores reales para el inventario.

- Haga clic sobre la herramienta **Tabla** 



Time (Month)	0	1
"Mano de Obra" Runs:	experiment	baserun
Mano de Obra	53.33	53.33
	100	100

- Use el botón de desplazamiento (scrollbar) de la ventana para ver los valores de *Inventario*.

Sólo una línea del gráfico es visible para el *Inventario* porque los valores son idénticos para ambas corridas. La productividad impacta sólo en *Mano de obra*, *Mano de obra deseada* y la *tasa neta de contratación*. Esto es bastante evidente mirando el Diagrama del modelo, mientras arrastra el deslizador: ocurre porque la *productividad* solo cambia el número de personas requeridas para producir un artículo.

- Haga clic en el botón del **Inicializador del deslizador**  o presione la tecla **Inicio (Home)** para retornar el valor de *productividad* a su valor original.
- Repita el experimento de arriba con cada una de las constantes que quedan. Arrastre los deslizadores observando el comportamiento y llame gráficos más detallados cuando vea algo interesante.

Las cosas que debería estar buscando cuando está evaluando el comportamiento es el periodo de oscilación, la magnitud que cambian las variables y el grado de atenuación. El periodo de oscilación es el tiempo de una cresta a la próxima, sobre el eje de tiempo. La atenuación es la disminución en amplitud que ocurre de una cresta a la otra, donde la amplitud es la distancia a lo largo del eje de ordenadas (y) para el valor al que la variable se estabiliza. Debería ser fácil ver como la *productividad* y la *cobertura del inventario* no producen cambios significativos mientras el *tiempo para ajustar la mano de obra* y el *tiempo para corregir el inventario* si lo hacen.

Seguimiento Causal

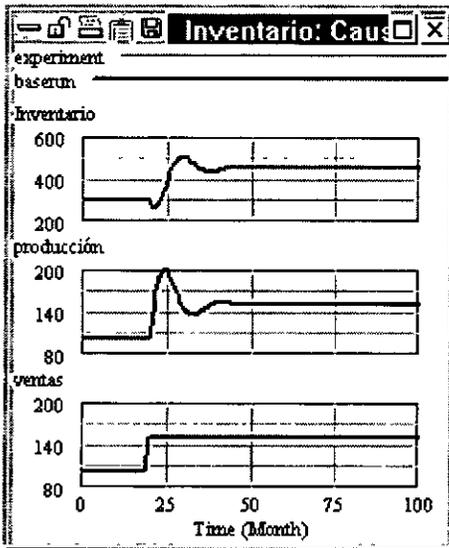
Así como usted miraba las causas de *Inventario* usando la Herramienta de Análisis de **Diagrama Árbol de Causas**, también puede mirar los gráficos de comportamiento de las variables que causan que el *Inventario* cambie.

- Haga clic sobre el botón **Inicializar Todo**  o use la combinación de teclas Ctrl+Inicio.

Esto restablece todas las constantes del modelo a su valor original. Usted verá sólo una línea en el gráfico por cada variable.

- Haga clic en *Inventario* para seleccionarlo en el Banco de Trabajo.

- Haga clic sobre la Herramienta de Análisis de **Tira de Causas** .



Se genera un gráfico de tira que muestra la Variable del Banco de Trabajo *Inventario* en el tope y todas las variables que directamente provocan el cambio del *Inventario*, debajo de ella (*producción* y *ventas*). Las dos corridas son las mismas, entonces las líneas del gráfico

3: Vensim User's Guide

quedan una encima de la otra. Usted debería poder ver dos colores en cada línea del gráfico, la herramienta de **Tiras de causas** usa tanto el color como el espesor de línea para distinguir las corridas.

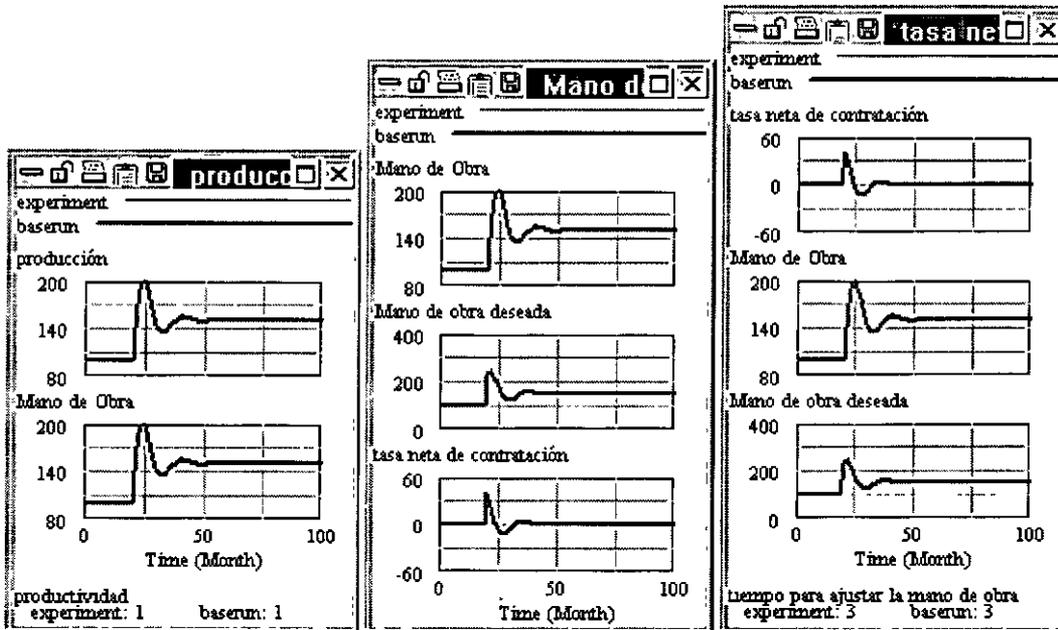
Tome nota de algo muy interesante en este gráfico. El *inventario* tiene un comportamiento oscilante que se atenúa y se estabiliza. El *inventario* está cambiando debido a la *producción* y a las *ventas*, pero sólo *producción* está oscilando. Las *ventas* no tienen el comportamiento oscilante que tienen el *Inventario* y la *producción*. Por consiguiente nosotros debemos mirar en la *producción* y no en las *ventas* para entender la fuente de esta oscilación.

El seguimiento causal es una herramienta rápida y poderosa que nos ayuda a determinar *qué* porciones de un modelo están causando *cuál* tipo de comportamiento. Las herramientas de **Árbol de Causas**, **Árboles de Usos** y la **Tabla** pueden usarse para el Seguimiento Causal, pero la herramienta más usada normalmente es la herramienta de **Tira de causas** y usaremos esta para investigar las fuentes de oscilación en este modelo.

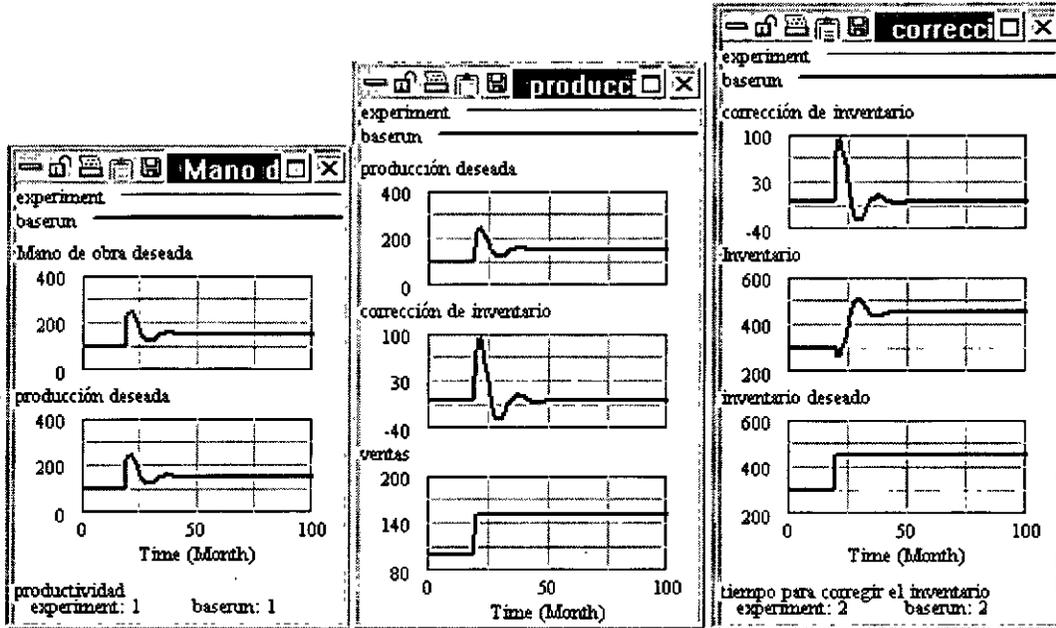
Intentemos buscar cual de los lazos de realimentación en el modelo están causando el comportamiento oscilante.

- Haga clic en *producción* que aparece en las **Tira de Causas** para seleccionarlo como la Variable del Banco de Trabajo y después haga clic en la herramienta de **Tira de Causas**.
- Haga clic en *Mano de obra* en la **Tira de Causas** que se ha desplegado y después haga clic en la herramienta de **Tira de Causas**.
- Haga clic en *tasa neta de contratación* y después haga clic en la herramienta de **Tira de Causas**.

Las tres tiras de gráficos se muestran debajo. Note como la oscilación está viajando a través de todas estas variables.



- Haga clic en *mano de obra deseada* y después haga clic sobre la herramienta de Tira de Causas.
- Haga clic en *producción deseada* y después haga clic sobre la herramienta de Tira de Causas.
- Haga clic en *corrección de inventario* y después haga clic sobre la herramienta de Tira de Causas.



Los últimos dos gráficos muestran un comportamiento similar. Las Tira de Causas para la *producción deseada* muestra que la oscilación está viniendo de la *corrección del inventario*, no de las *ventas*. En el gráfico de *corrección de inventario*, vemos que ese *Inventario* está causando la oscilación, no el *inventario deseado*.

Sabemos que las oscilaciones siguen un camino hacia atrás hacia el *Inventario* y no pasan por la variable de *ventas*. Miremos el esquema para mejorar la percepción de lo que está pasando.

- Haga clic sobre el botón de **Ventana de Construcción**  sobre la Barra de Herramientas.

Esto trae la ventana de construcción al frente y lleva las ventanas de salida a la parte de atrás.

Con sus ojos, rastree el lazo de realimentación que las oscilaciones han seguido, desde *Inventario* a *producción* a *Mano de obra* a *tasa neta de contratación* a *Mano de obra deseada* a *producción deseada* a *corrección de Inventario* y nuevamente a *Inventario*.

Mire la variable *producción deseada*. Note como las oscilaciones viajan a través del lazo de realimentación de *Inventario*, no a través de las *ventas*. La variable *ventas* es una constante con la función STEP (ESCALÓN). Las *ventas* causan el cambio de otras variables, pero nada las hace cambiar. Las *ventas* no son parte de ningún lazo de realimentación. La variable *ventas* produce un cambio repentino en el nivel *Inventario* (a través de un aumento en escalón de las *ventas*). La estructura del sistema (el lazo de realimentación negativo) intenta corregir el *Inventario* y lo hace oscilar a una determinada frecuencia particular. Esto es como una silla mecedora que se mecerá de un lado a otro como respuesta a un empujón en una dirección.

- Seleccione del menú Windows>Close All Output. (cerrar todas las ventanas)

Experimentos de Simulación Individuales

Hasta ahora usted ha usado las capacidades de SyntheSim de Vensim para explorar el comportamiento del modelo y esta es una manera sumamente eficaz de ganar perspicacia (conocimiento profundo). Hay una manera más tradicional para explorar el comportamiento y esto involucra un paso de inicialización, seguido por un paso de simulación, para cada simulación realizada. Este acercamiento tiene la ventaja de ser muy metódico, de tal forma que los resultados puedan ser reproducidos fácilmente por otras personas. Este también es el único acercamiento práctico para tratar con modelos muy grandes, con los cuales se tarda más de algunos segundos en simularlos

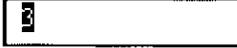
- Haga clic sobre el botón de **Parar Simulación**  sobre la Barra de Herramientas

Los gráficos y deslizadores desaparecerán. Vensim está ahora en el mismo estado en que estaba cuando usted abrió el modelo por primera vez.

- Haga clic sobre el botón **Inicializar Simulación**  sobre la Barra de Herramientas.

Algunos de los nombres de las variables en el esquema aparecerán con el texto en amarillo en un fondo azul. Estas son constantes, es decir variables que no cambian durante la simulación; podemos ponerles un valor diferente antes de simular y ver el efecto que los cambios producen en el comportamiento.

- Haga clic sobre la variable *tiempo para ajustar mano de obra* que aparece en amarillo / azul sobre el esquema.

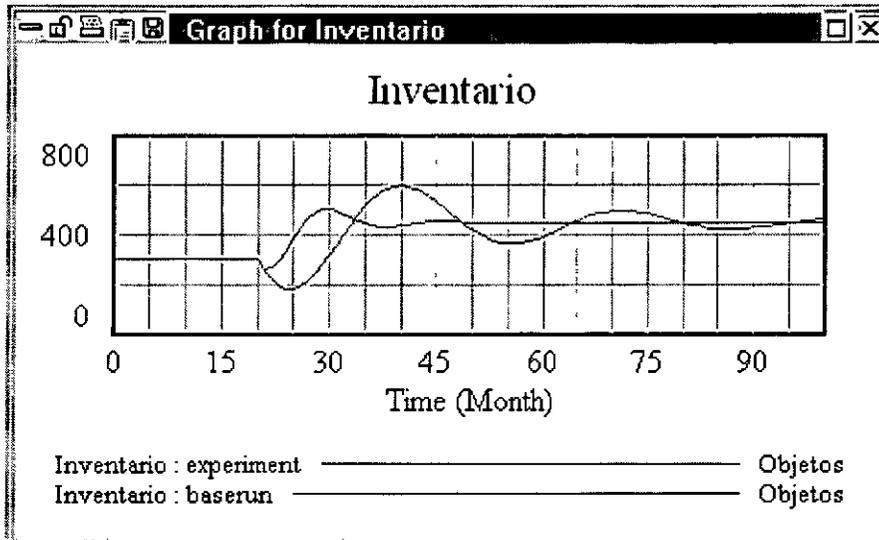
Una caja de edición se abrirá 

Probaremos un experimento donde retardaremos la tasa a la que contratamos a los nuevos obreros (y despedimos a los obreros actuales), para ver si eso quita la oscilación. Idealmente, nos gustaría ver un aumento suave de nuestro antiguo nivel de inventario (y mano de obra) a nuevos niveles.

- Teclee el número 12 en la caja de la edición para reemplazar el número 3 y después apriete la tecla Intro (Enter).

Esto cambiará el *tiempo para ajustar la mano de obra* de 3 meses a 12 meses.

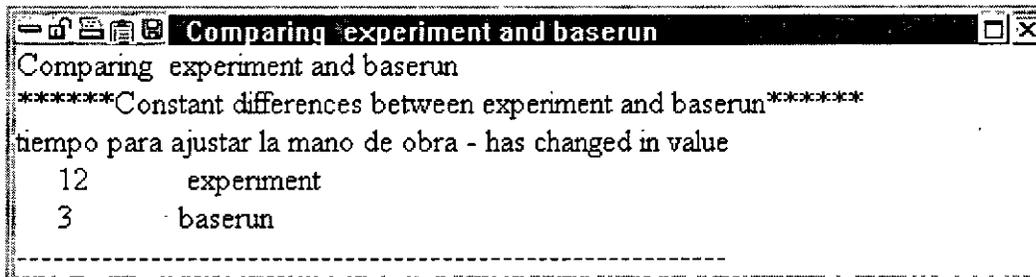
- Haga clic sobre el botón **Simulación**  sobre la Barra de Herramientas, el modelo simulará y guardará los valores en el grupo de datos *experiment (experimento)*.
- Haga clic sobre la variable *Inventario*, y después haga clic sobre la Herramienta de Análisis **Gráfico** 



Aquí vemos los resultados de dos experimentos: *el baserun* con el valor original (3) para la variable *tiempo para ajustar la mano de obra* y *experiment* con el valor modificado (12) para el *tiempo para ajustar la mano de obra*. Los resultados muestran que tener prácticas de contratación y despidos más lentos aumenta el tamaño de la oscilación y hace que las oscilaciones duren más tiempo.

Para ver cuales eran las diferencias en las constantes para cada corrida:

- Haga clic sobre la Herramienta de Análisis **Comparación de corridas** 

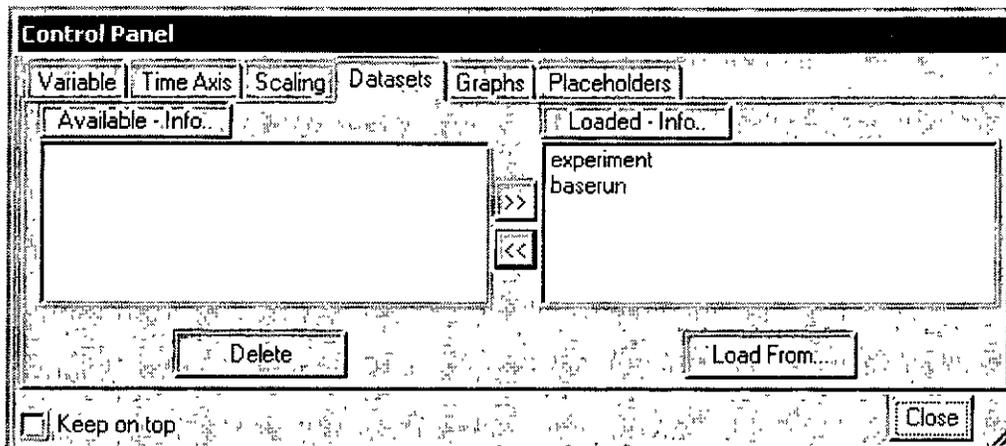


La Herramienta de Análisis **Comparación de corridas** lista todas las diferencias en Constantes y Funciones Gráficas (Lookup) (diferencias en los primeros dos grupos de datos de la simulación cargados) Tenemos dos grupos de datos cargados (el *baserun* y *experiment*) y la única diferencia es el valor de la variable *tiempo para ajustar la mano de obra* (3 y 12)

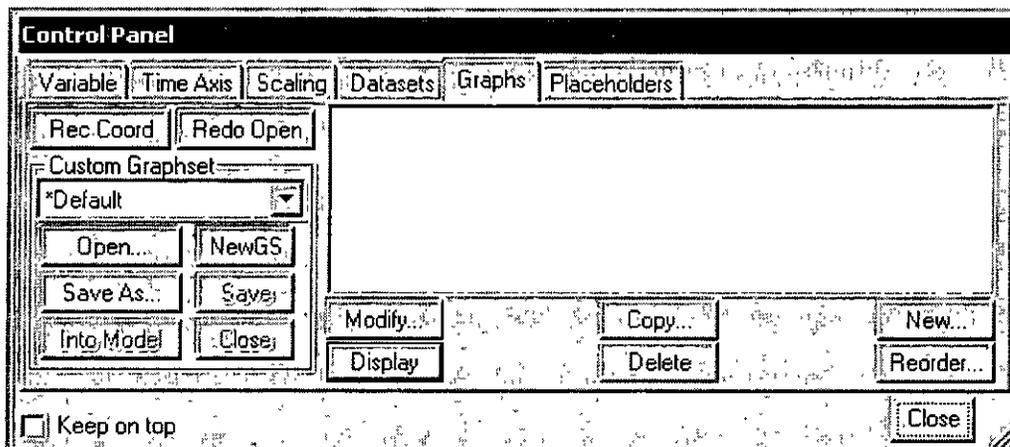
Haciendo un Gráfico a Medida

A veces usted querrá ver todas las variables importantes juntas en un gráfico. Los gráficos generados usando la Herramienta de Análisis muestran el comportamiento para la Variable en el Banco de Trabajo. Usando los Gráficos a Medida, usted puede mostrar las variables deseadas, las corridas de distintos grupos de datos, el estilo y los formatos en un gráfico. Los **Gráficos a Medida** se crean desde el Control de Gráfico localizado en el Panel de Control.

- Haga clic sobre el botón de **Panel de Control**  sobre la Barra de Herramientas para seleccionar el Panel de Control. Haga clic en la etiqueta para **Datasets (Grupos de datos)**.



- Descargue el *baserun* haciendo doble clic sobre el nombre de la corrida *baserun* en la caja de las corridas **Cargadas (Loaded)**.
- Haga clic en la etiqueta **Graphs (Gráficos)** en el panel de control.



3: Vensim User's Guide

- Pulse el botón el botón **New...(Nuevo...)** y el Editor de Gráficos a Medida se abre con el cursor posicionado en la caja de edición del **Título (Title)** del gráfico.

Graph Name. Hide: Title X Label Legend

Title:

X-Axis Sel X Label

X-min X-max X-divisions Lbl-Interval Y-div

Stamp Comment

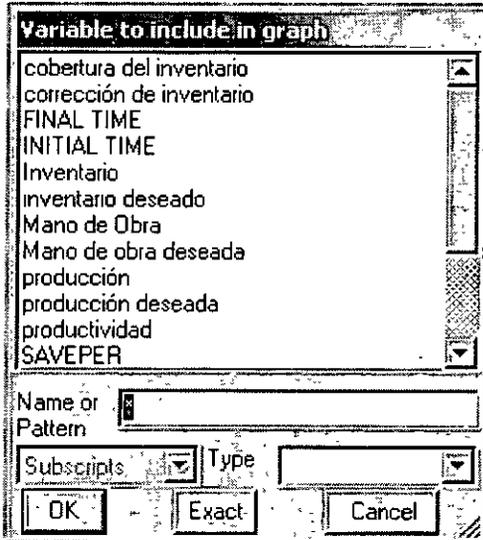
Type Norm Cum Stack Dots Fill Width Height

Scale	Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Sel	<input type="text"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Sel	<input type="text"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Sel	<input type="text"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Sel	<input type="text"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Sel	<input type="text"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Sel	<input type="text"/>					

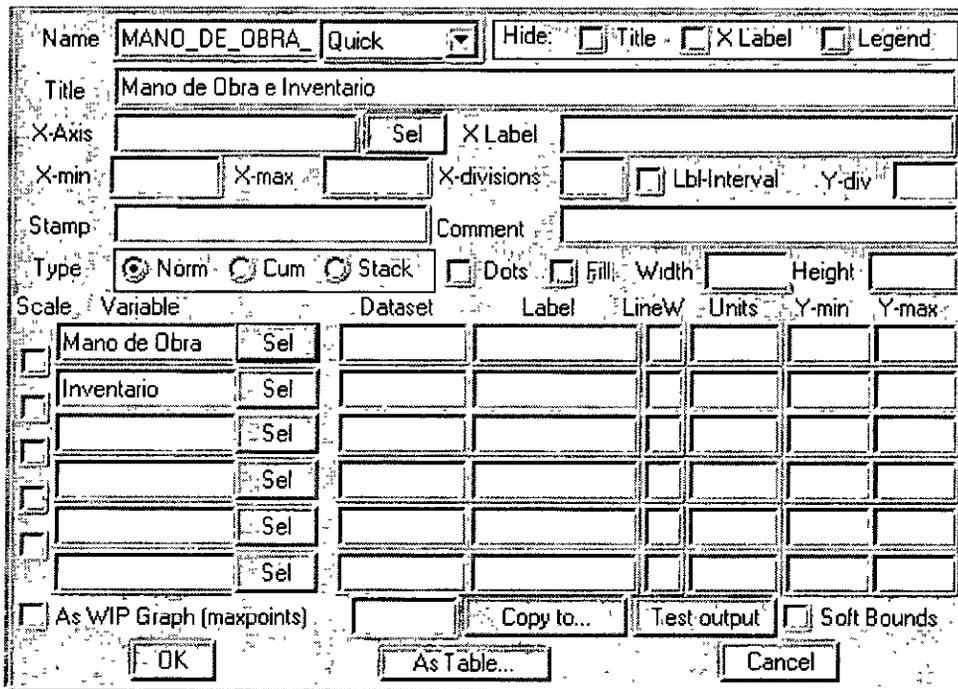
As WIP Graph (maxpoints) Copy to Test output Soft Bounds

OK As Table... Cancel

- Teclee **Mano de obra e Inventario** en la caja de edición del **Título (Title)** del gráfico.
- Usando el ratón, muévase a las cajas de las **Variables** a la izquierda del editor del gráfico y haga clic sobre el botón superior etiquetado **Sel**. Una caja de diálogo de selección de variable aparece.

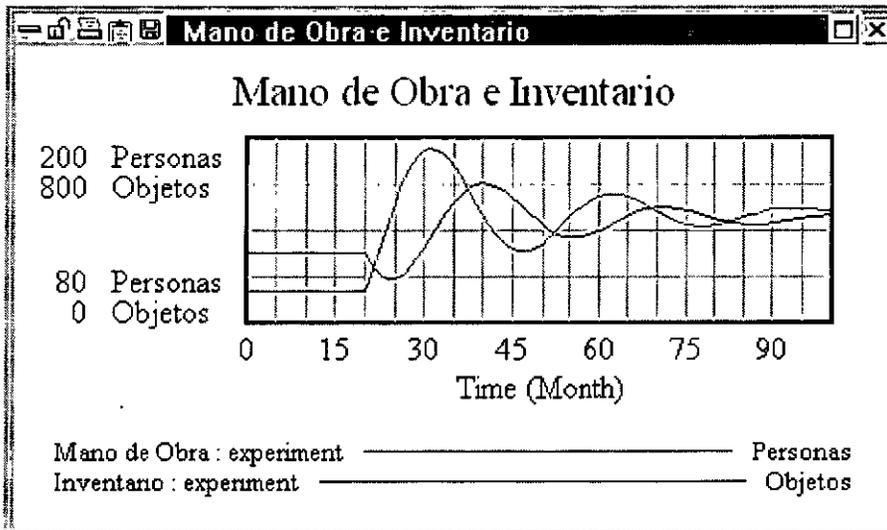


- Mueva el desplazador hacia abajo en la lista y haga doble clic en *Mano de obra*.
- Usando el ratón, haga clic en el segundo botón abajo llamado *Sel*. Una caja de diálogo de la variable seleccionada aparece, mueva el desplazador hacia debajo de la lista y haga doble clic en el *Inventario* (o un solo clic y pulse el botón **OK** para cerrar el diálogo de la variable seleccionada).



3: Vensim User's Guide

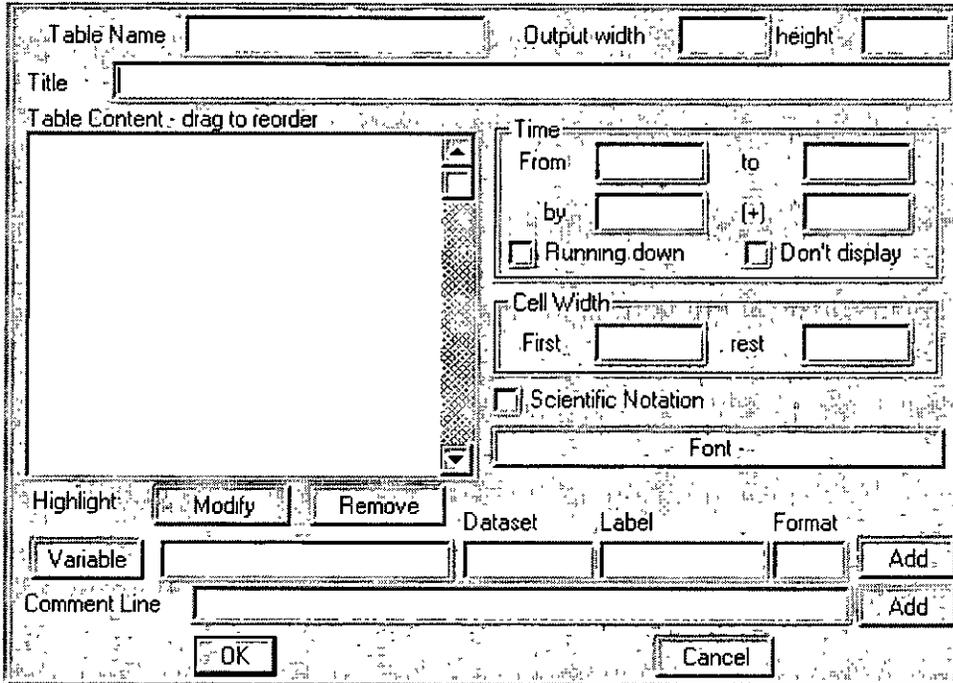
- Haga clic en el botón de **OK** para cerrar el Editor de Gráficos a Medida.
- Haga clic en el botón de **Display (Mostrar)** en el Control de Gráfico para mostrar el Gráfico a Medida.



Haciendo una Tabla a Medida

Las Tablas a medida le permiten mirar en forma tabular las salidas de las diferentes variables en momentos diferentes.

- Haga clic sobre el botón **Panel de Control**  en la Barra de Herramientas para seleccionar el panel de control. Haga clic en la etiqueta para los **Graphs (Gráficos)**
- Haga clic en el botón **New (Nuevo)**.
- En el diálogo de gráfico que se abre haga clic sobre el botón **As Table... (Como tabla ...)** en la parte inferior. El Editor de Tabla a medida se abrirá.



- Teclee el título *Tabla de Mano de Obra e Inventario*.
- Haga clic sobre el botón **Variable** y seleccione *Mano de obra* y después haga clic sobre el botón **Add** (agregar) a la derecha.
- Haga clic sobre el botón **Variable** y seleccione *Inventario* y después haga clic sobre el botón **Add** (agregar) a la derecha.

El diálogo debe aparecer como

3: Vensim User's Guide

Table Name: Output width: height:

Title:

Table Content - drag to reorder

Inventari||
Mano de Obra||

Time
From: to:
by: (+)
 Running down Don't display

Cell Width
First: rest:

Scientific Notation

Font - Times New Roman|12|0-0-0

Highlight: Dataset Label Format

Variable:

Comment Line:

➤ Haga clic en **OK**

La lista de gráficos y tablas disponibles se actualizará. Vea que el nombre aparecerá como **TABLA_DE_MANO_DE_OBRA_E** (INVENTARIO se trunca). Usted también puede teclear el nombre que le gustaría ver en la lista de la caja de edición de **Nombres de tablas**.

➤ En el panel de control haga doble clic en **TABLA_DE_MANO_DE_OBRA_E** en la lista.

Usted verá la salida

Tabla de Mano de Obra e Inventario			
Time (Month)	0	1	2
Inventario	300	300	300
Mano de Obra	100	100	100

Resumen

Usted ha trabajado a través de un modelo muy simple en Vensim. Las técnicas usadas para hacerlo son los fundamentos para el análisis de modelos con Vensim. Incluso con modelos muy complicados estas herramientas de análisis tienen un tremendo poder para ayudarle a entender y depurar los modelos en que usted está trabajando. Los próximos seis capítulos se enfocan en las técnicas para construir modelos. Después de ellos volveremos a hacer más análisis e informarlo sobre temas que constituyen los elementos esenciales cubiertos en este Capítulo.

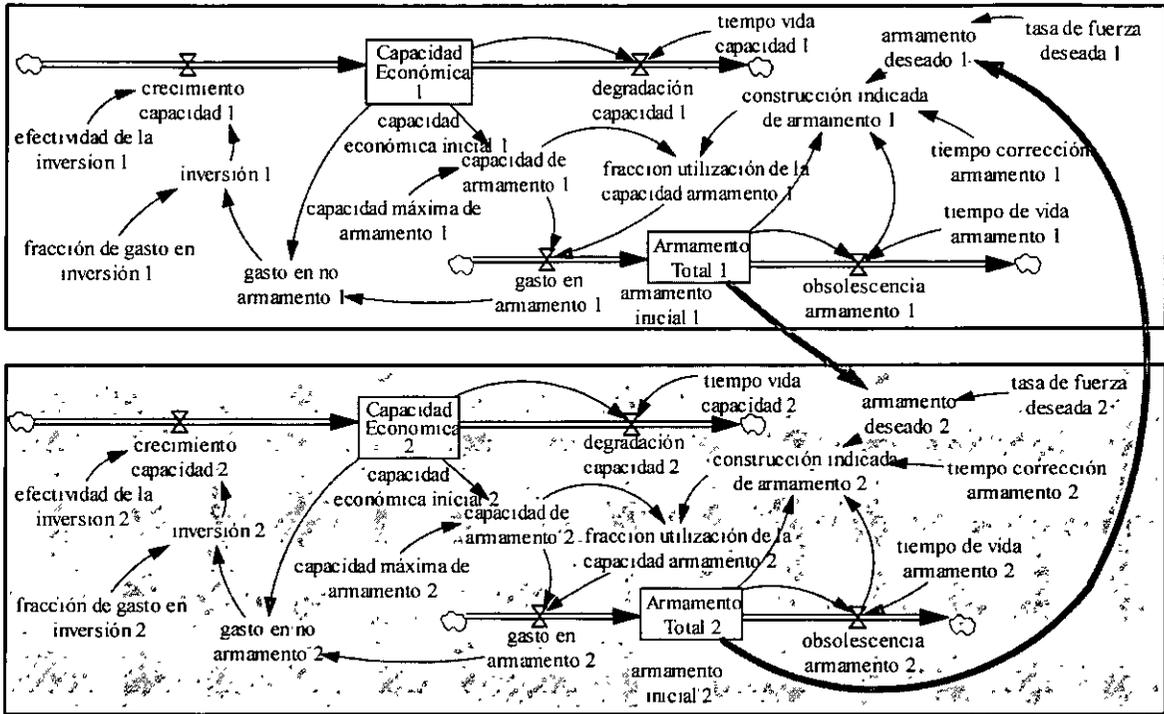
Simular modelos se hace tradicionalmente como un proceso por lotes. Tome algunos supuestos, haga alguna simulación y después mire algunos resultados. Hace veinticinco años, esto era una necesidad. Las computadoras eran grandes, caras y muy lentas comparándolas con las de hoy. El acceso era a través de terminales de tiempo compartido o quizás incluso con tarjetas perforadas y los trabajos debían ser enviados para su ejecución y las salidas había que ir a buscar a la oficina de computación principal o, si tenía suerte, a una impresora cercana o incluso su propio terminal de teletipo.

La tecnología ha cambiado mucho, pero el tratamiento en lotes de la simulación ha seguido siendo un legado hasta ahora. Mientras ha sido posible ver los resultados de simulaciones mientras se van realizando, esto realmente no ha alterado el cambio, el cómputo y la revisión por pasos de la simulación. Con Vensim 5 se ha logrado un acercamiento mejor en la interacción con los modelos y es práctico para una fracción sorprendentemente grande de los modelos en uso. Nosotros llamamos a este acercamiento SyntheSim.

Un Modelo Simple de Carrera Armamentista

Construya el siguiente modelo o abra el *guide\chap13\complete\arms2.mdl*. Éste es un modelo simple de carrera armamentista que incluye el crecimiento económico.

Si usted quiere trabajar con el modelo en español llamado *arms2_espa.mdl*, se encuentra en el mismo directorio en que descargó esta Guía del Usuario.



Nuevas Ventajas en la Diagramación

El diagrama anterior tiene dos características especiales. La primera es que se incluyen los rectángulos grandes para encerrar cada lado de la carrera armamentista. La segunda es la flecha larga, no circular, que conecta los dos lados. En lo siguiente se trabaja a través del proceso de construir estas características. Si usted quiere empezar con ellas, abra el modelo *guide\chap13\complete\arms1.mdl*.

Recuerde que si quiere trabajar con el modelo en español llamado *arms1_espa.mdl*, se encuentra en el mismo directorio en que descargó esta Guía del Usuario.

Las Conexiones largas

La flecha desde *Armamento Total 2* al *armamento deseado 1* no es una curva regular. Se creó usando varias flechas menores unidas a través de comentarios, que permiten formar estas flechas (llamadas uniones). Para esto necesita crear las uniones primero, después agregue las flechas, después libérese de las puntas de flecha extras y ponga el tamaño de las uniones en 0.

- Seleccione la herramienta de **Comentario**.
- Haga clic en una parte vacía del esquema a la derecha de *obsolescencia del armamento 1*.
- Seleccione azul como el color de fondo.

- Haga clic en la casilla de verificación **Use as arrow junction (Usar como unión de flecha)**.
- Haga clic en OK. Llamaremos a éste una caja de unión.
- Cambie el tamaño de la caja de unión para hacerla algo más pequeña (aproximadamente 10x10).
- Repita los acciones anteriores a la derecha de *obsolescencia armamento 2*, o copie y pegue la caja de unión.
- Seleccione la herramienta **Flecha**.
- Dibuje una flecha desde *Armamento Total 2* a la caja de unión más baja.
- Dibuje una flecha de la caja de unión más baja hasta la superior.
- Dibuje una flecha desde la caja de unión superior hasta *Armamento Total 1*.
- Haga clic derecho en las dos flechas más bajo y desmarque la caja de **Arrowhead (Punta de flecha)**. Ponga el grosor de la flecha en el segundo grosor y el color en verde oscuro.
- Cambie el grosor y el color en la flecha superior.
- Ajuste las posiciones de las cajas de unión y de las flechas para que luzca bien.
- Redimensione las cajas de unión para tener tamaño 0. Simplemente empuje el asa hacia arriba y a la izquierda hasta que no se vea nada.

Sugerencia: Si quiere mover las cajas de unión después de que los ha llevado a tamaño 0 puede seleccionar la herramienta Mover / Tamaño (Move/Size) y seleccionar la banda de goma alrededor de ellos y después mover el rectángulo de la selección.

Cajas de Contenido

- Seleccionar la herramienta de **Comentario** y haga clic en el área en blanco en la esquina superior izquierda del esquema.
- En el diálogo seleccionar la **Forma de Caja (Box)** y el **Espesor 2 (Thickness 2)** (esto está bien debajo de la caja de diálogo) luego haga clic en **OK**.
- Redimensione la caja para que contenga la porción superior del modelo.

NOTA Después de que usted ha creado la caja, el asa de tamaño será visible por unos segundos. Si el cuadro de tamaño desaparece simplemente haga clic en la herramienta de **Mover / Tamaño (Move/Size)** para hacerlo visible de nuevo.

- Haga clic en la herramienta de **Candado**.
- Haga clic en la nueva caja. Se resaltará.
- Haga clic en el botón **Llevar las palabras resaltadas a segundo plano** en la barra de estado.  Desaparecerá el resaltado.
- Repita el proceso anterior para la mitad inferior del modelo.

Puede darle a las cajas de contenido un color de fondo si lo desea (escoja algo suave). Puede ser útil para separar las cosas visualmente, aunque no tienen ningún impacto en las relaciones causales.

Min, Max e Incremento

En el editor de Ecuaciones puede entrar un valor mínimo, un valor máximo y un incremento para cada ecuación. En Vensim PLE y PLE Plus estos campos se definen explícitamente:

Minimum Value	10	Maximum Value	500	Increment	5
---------------	----	---------------	-----	-----------	---

en otras configuraciones se llaman **Range (Rango)**

Group:	.Arms2	Range:	10	500	5	Go To:	Prev	Next	Hide	Choose	New
--------	--------	--------	----	-----	---	--------	------	------	------	--------	-----

Para las variables del modelo dinámico el rango se usa para generar los mensajes de advertencia cuando las variables se hacen demasiado pequeñas o demasiado grandes. Teniendo un rango por ejemplo de [10,500] daría una advertencia siempre que la variable bajara de 10 o subiera de 500.

Para las constantes, el rango se usa para especificar cuan grande o pequeña puede ser una constante. En este caso el incremento indica cuánto cambiar una Constante cuando el deslizador se mueve. Por ejemplo el rango [10,500,5] permitiría a la Constante ir de 10 a 500 cambiando 5 en cada movimiento. El rango [0,1,1] podría usarse para un interruptor de Prender / Apagar (On / Off).

Si no especifica ningún rango para una constante, Vensim definirá uno sobre la base de los valores del modelo. Si no especifica ningún incremento, Vensim dividirá el rango en aproximadamente 80 intervalos iguales.

Ecuaciones del Modelo

Las ecuaciones del modelo son bastante directas. Los rangos se muestran en paréntesis cuadrados siguiendo a las unidades. Con la excepción de *Armamento Deseado*, las ecuaciones para ...2 son exactamente iguales que aquellos para ...1 con un 2 en lugar de un 1 al final y por eso estas ecuaciones no están repetidas aquí.

armamento deseado 1= Armamento Total 2 * tasa de fuerza deseada 1

Units: M\$

armamento deseado 2= Armamento Total 1 * tasa de fuerza deseada 2

Units: M\$

armamento inicial 1= 50

Units: M\$ [0,200,5]

armamento inicial 2= 50

Units: M\$ [0,200,5]

Armamento Total 1= INTEG (gasto en armamento 1-obsolescencia
armamento 1, armamento inicial 1)

Units: M\$

capacidad de armamento 1= Capacidad Económica 1 * capacidad máxima
de armamento 1

Units: M\$/Año

Capacidad Económica 1= INTEG (crecimiento capacidad 1 - degradación
capacidad 1, capacidad económica inicial 1)

Units: M\$/Año

capacidad económica inicial 1= 100

Units: M\$/Año [10,500,5]

capacidad máxima de armamento 1= 0.4

Units: Fracción [0,1,0.05]

construcción indicada de armamento 1= MAX(0,obsolescencia armamento
1 + (armamento deseado 1 - Armamento Total 1)/tiempo corrección
armamento 1)

Units: M\$/Año

crecimiento capacidad 1= inversión 1 * efectividad de la inversión 1

Units: M\$/Año/Año

Degradación capacidad 1= Capacidad Económica 1/tiempo vida
capacidad 1

Units: M\$/Año/Año

efectividad de la inversión 1= 0.15

Units: 1/Año [0.01,0.4,0.01]

13: Vensim User's Guide

```
FINAL TIME = 100
Units: Year
fracción de gasto en inversión 1= 0.3
Units: Fracción [0,0.6,0.05]
fracción capacidad armamento usada 1= WITH LOOKUP (
  ZIDZ(construcción indicada de armamento 1,capacidad de armamento
  1),([(0,0)-
  (10,1),(0,0),(1,1),(10,1)],(0,0),(0.4,0.4),(2,0.8),(3,0.9),(5,1),
  (10,1) ))
Units: Dmnl
gasto en armamento 1= capacidad de armamento 1 * fracción capacidad
  armamento usada 1
Units: M$/Año
gasto en no armamento 1= Capacidad Económica 1 - gasto en armamento
  1
Units: M$/Año
INITIAL TIME = 0
Units: Year
inversión 1= gasto en no armamento 1 * fracción de gasto en
  inversión 1
Units: M$/Año
obsolescencia armamento 1= Armamento Total 1/tiempo de vida
  armamento 1
Units: M$/Año
SAVEPER = TIME STEP
Units: Year [0,?]
tasa de fuerza deseada 1= 1
Units: Dmnl [0,5,0.1]
tiempo corrección armamento 1= 5
Units: Año [1,20,1]
tiempo de vida armamento 1= 20
Units: Año [2,60,1]
tiempo vida capacidad 1= 30
Units: Año [3,80,1]
TIME STEP = 0.125
Units: Year [0,?]
```

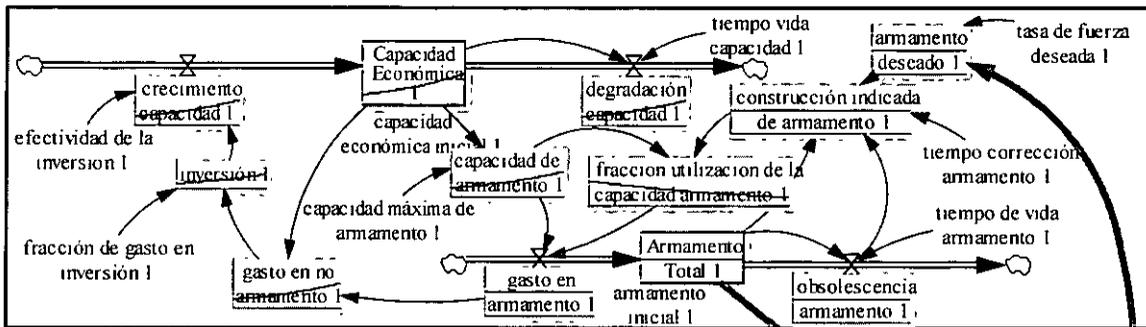
Estructura, Conducta y Velocidad

SyntheSim se llama así porque le permite usar la Simulación para Sintetizar la estructura y la conducta de un modelo. Se presentan a menudo los eventos, las conductas y la estructura como una jerarquía de diferentes maneras de mirar el mundo, con eventos que surgen de los patrones de conducta subyacentes y el comportamiento que surge debido a la estructura. Los modelos de simulación representan la estructura que, a través de la simulación, genera el comportamiento. La conexión entre la estructura y el comportamiento es fuerte, pero puede ser difícil ganar una comprensión de cómo la estructura causa el comportamiento. Superponiendo el comportamiento en la estructura y actualizando el comportamiento al instante cuando hace los cambios, SyntheSim le proporciona una nueva y muy poderosa herramienta para entender su modelo.

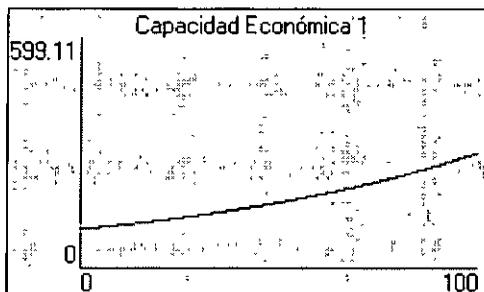
Mostrando el Comportamiento

- Haga clic en el botón de **Simulación** para simular al modelo.
- Seleccione el ítem del menú **View>Show Behavior (Ver>Mostrar Comportamiento)** o presione la tecla B de atajo.

En vez de sólo ver el diagrama, verá:



El comportamiento a lo largo del tiempo se muestra para cada una de las variables dinámicas directamente en el esquema. Usted puede trabajar con el esquema, mover palabras y flechas y cambiar las ecuaciones viendo como se comportan. Si posiciona el ratón encima de una variable y espera, aparecerá una versión más grande del gráfico pequeño.



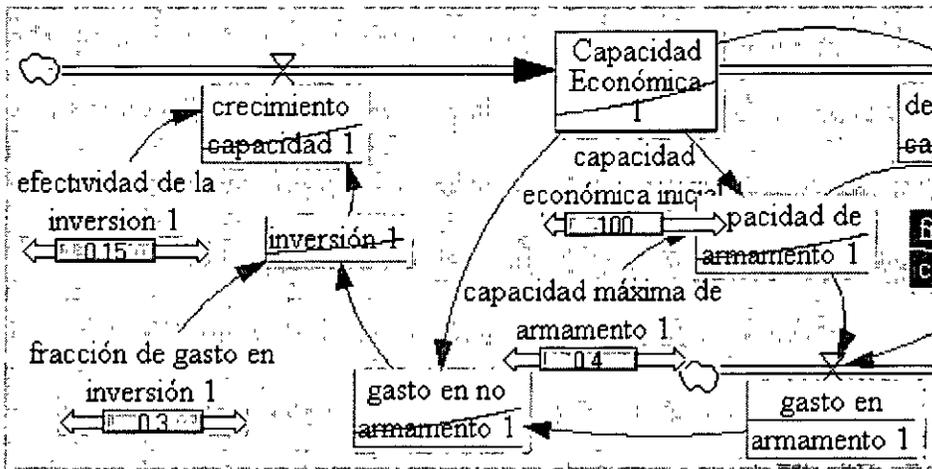
El gráfico es igual que el gráfico en miniatura que aparece en el diagrama con el agregado de etiquetas. Usted también puede hacer clic en una variable para seleccionarlo en el Banco de Trabajo.

Si usted hace varias simulaciones cada una se mostrará con un color diferente en todos los gráficos en miniatura. Cargando y descargando el Grupo de Datos (toolsets) del panel de control puede controlar lo que se muestra. Hay un ejemplo de esto después en este capítulo.

Haciendo Simulaciones

- Haga clic en el botón de SyntheSim 
- Responda sí (yes) a la pregunta de si quiere o no sobrescribir la corrida existente.

Además de los gráficos de cada variable, verá que cada constante tiene un deslizador:



Los deslizadores se crean automáticamente para todas las constantes del modelo justo debajo del nombre de la variable (excepto en el caso de una variable con alguna forma y que tenga el nombre debajo, en el que el deslizador aparecerá justo por encima del nombre).

En el modo SyntheSim cada vez que hace un cambio a una Constante en el modelo o a una Función Gráfica (Lookup), el modelo se simulará y los resultados se presentan. Hay varias maneras de cambiar las cosas.

Moviendo los Deslizadores

Usted puede cambiar las constantes arrastrando el botón de los deslizadores.

- Posicione el ratón encima del deslizador justo debajo de la *tasa de fuerza deseada 1*.
- Apriete el botón del ratón.

Cuando hace esto el botón del deslizador se mete hacia adentro y el indicador puede moverse un poco para reflejar la posición actual del deslizador.

- Mueva despacio el deslizador hacia la derecha hasta que alcance aproximadamente 2.

Cuando hace esto mire lo que pasa con los niveles en el modelo. Vea como los armamentos se mueven de una condición plana, a algo que está creciendo más rápidamente con un comportamiento con una cierta forma de S. Los gráficos se pondrán rojo brevemente para indicar que sus escalas están aumentando y azul para indicar que están disminuyendo.

Si piensa que se perdió algo simplemente intente de nuevo.

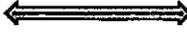
- Libere el botón del ratón.

El deslizador que ha estado moviendo tendrá barras grises que indican que es el deslizador actual.

- Apriete la Tecla de Inicio (Home) o haga clic en el botón de **Restablecer Deslizador Actual** 

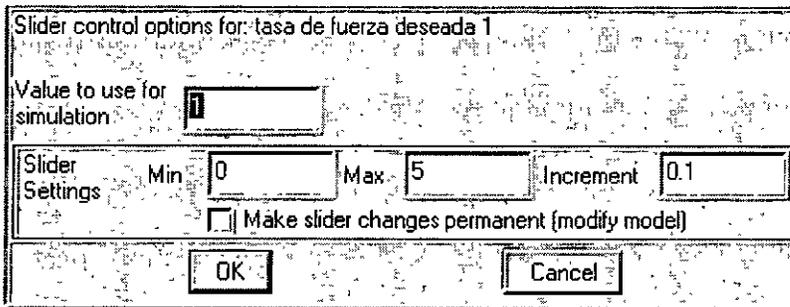
El valor para este deslizador volverá al valor del modelo y el modelo se simulará de nuevo con las condiciones originales. Volverá a ver los gráficos de los armamentos planos

Poniendo Valores al Deslizador

Los deslizadores se mueven de un lado a otro dentro del rango impuesto en las ecuaciones para la constante o, si no se fijó ningún rango, a lo largo de un rango computado por Vensim dado el valor de la Constante. También puede poner tanto el valor de la Constante como el rango del deslizador haciendo clic en las barras del deslizador .

- Haga clic en las barras del deslizador (no sobre el deslizador) debajo de la *tasa de fuerza deseada 1*.

Una caja de diálogo se abrirá. Si se pierde y hace clic en el botón, éste se deprimirá – libere el botón del ratón e inténtelo de nuevo.



Slider control options for: tasa de fuerza deseada 1

Value to use for simulation:

Slider Settings: Min: Max: Increment:

Make slider changes permanent (modify model)

- Cambie el **Valor a usar para la simulación (Value to use for simulation)** a 2, el **Min** a 1, el **Max** a 2 y el **Incremento** a 0.01. Después haga clic en **OK**.

El modelo simulará con la *tasa de fuerza deseada 1* puesto en 2 y mostrará los resultados. El deslizador estará en el extremo derecho de su rango.

- Arrastre el deslizador de un lado a otro y repase los resultados.

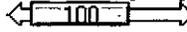
13: Vensim User's Guide

Ahora tiene mucho más control sobre el deslizador dentro de un rango estrecho de valores.

- Apriete la Tecla de Inicio (Home) o haga clic en el botón del **Restablecer Deslizador Actual**.

El valor de *tasa de fuerza deseada 1* se restablecerá a 1, pero el deslizador va a permanecer en lo que usted lo cambió. El rango no se cambiará hasta que cambie la vista o detenga el SyntheSim. Si usted selecciona la casilla de verificación de **Hacer los Cambios en el Deslizador Permanentes (modelo modificado) (Make Slider Changes Permanent (modify model))** cuando hace los cambios de rango, quedarán permanentemente en el modelo.

Usando las Teclas de Flecha

Además de usar el ratón para mover el deslizador se pueden usar también las teclas de flecha para cambiar los valores de las constantes. Cuando está en el modo SyntheSim hay normalmente un deslizador que aparece diferente de los otros. La mayoría de los deslizadores se verán así  mientras que uno de ellos tendrá las barras llenas como . El que tiene las barras rellenas es el deslizador activo. Siempre que haga clic en un deslizador se pone activo. También puede usar la tecla de Tab (y Shift+Tab) para moverse entre los deslizadores, en el orden en que usted creó las Constantes aunque no será siempre claro visualmente.

- El deslizador activo debe ser el que está debajo de *tasa de fuerza deseada 1*. Si no es ese, presione la tecla Tab hasta que lo sea.
- Apriete la tecla de la flecha derecha.

El valor del deslizador debe aumentar de 1 a 1.01 y usted verá un cambio pequeño en los gráficos. Haga clic de nuevo y el valor cambiará a 1.02 y así sucesivamente.

- Apriete la tecla de la flecha izquierda.

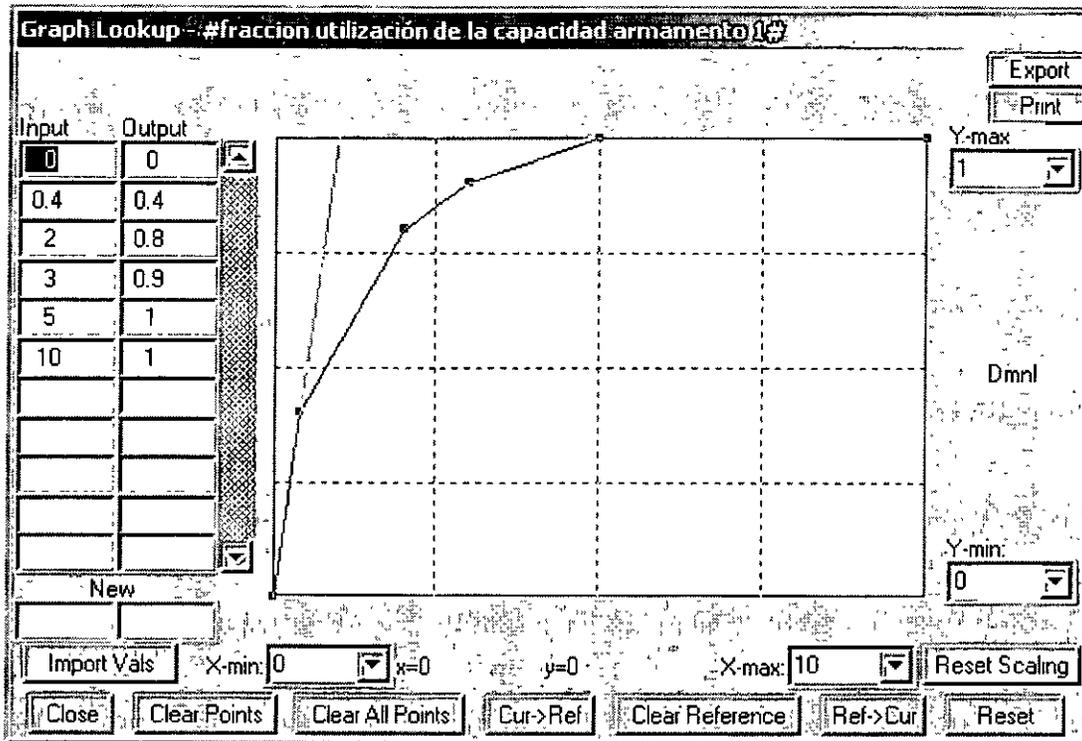
El valor del deslizador disminuirá de a .01. Las teclas de flecha son muy útiles si usted quiere moverse muy despacio dentro del rango de una Constante. También puede ser útil si está trabajando con modelos más grandes y quiere hacer una simulación cada vez que cambia un valor (arrastrando el deslizador, terminará a menudo haciendo dos o tres simulaciones).

Cambiando la Función Gráfica (Lookup)

Los cambios en la Función Gráfica (Lookup) se hacen abriendo el Editor de Función Gráfica (Lookup Editor) y modificando la Función Gráfica (Lookup). Cuando hace las modificaciones, el modelo se simulará repetidamente y se mostrarán los resultados.

- Arrastre el deslizador debajo *tasa de fuerza deseada 1* hasta que tiene un valor de aproximadamente 2.
- Haga clic en la fracción utilización de la capacidad armamento 1.

El editor de la Función Gráfica (Lookup) se abrirá.



El editor de la Función Gráfica (Lookup) en el modo SyntheSim tiene un botón de **Reset** en vez de un botón de Cancel. Cada vez que hace un cambio en el valor en la Función Gráfica (Lookup) el modelo es simulado, es decir que no hay ninguna manera de cancelar el cambio. El botón de **Reset** (inicialización) volverá a poner los valores originales del modelo.

Esta Función Gráfica (Lookup) tiene una línea de referencia (aparece en gris) a lo largo de la cual la fracción de recursos indicado se usa. El gráfico siempre debe quedar debajo de esta línea de referencia.

- Posicione el ratón encima del tercer punto en el gráfico y luego arrastre este punto hacia la línea de referencia.

Mire el comportamiento de las variables mientras mueve los puntos. Usted puede mover al editor de Función Gráfica (Lookup) arrastrando su barra de títulos, si quiere exponer otras variables.

- Haga clic en el botón **Close** para cerrar el Editor de Ecuaciones.

Haciendo el Cambio desde la Barra de Herramientas (No en PLE ni PLE Plus)

Además de hacer los cambios a las Constantes y la Función Gráfica (Lookup) en la pantalla, puede hacer los cambios haciendo clic en el botón **Cambiar las Constantes del Modelo**  y en el de **Cambio de Función Gráfica (Lookup)** . Éstos traen diálogos con las listas de Constantes y Función Gráfica (Lookup), respectivamente.

- Haga clic en el botón **Cambiar las Constantes del Modelo**.
- Haga clic en la *tasa de fuerza deseada 1* en la lista y después haga clic en **Modify (Modifique)** o apriete la tecla de Enter. El valor actual aparecerá resaltado en la caja de edición.
- Teclee 1.8 y apriete la tecla Enter. El modelo se simulará. También verá cambiar el valor del deslizador debajo de la *tasa de fuerza deseada 1*.
- Haga clic en **Close (Cerrar)**.
- Haga clic en el botón **Change Lookups (Cambio de la Función Gráfica (Lookup))**.
- Haga clic en *# fracción capacidad armamento usada 1 #* (los signos # son agregados por Vensim) y haga clic en **Modificar (Modify)**.
- Haga los cambios en **Cambio de la Función Gráfica (Lookup)** como antes y después haga clic en **Close (Cerrar)**.

Experimentos de Simulación

Hasta ahora hemos estado mirando un solo gráfico para cada variable. Puede guardar las simulaciones interesantes y también los resultados de las simulaciones múltiples de los gráficos en miniatura.

- Haga clic en el botón de **Restablecer todas las Constantes (Reset all Constants)** o apriete Ctrl+Inicio.

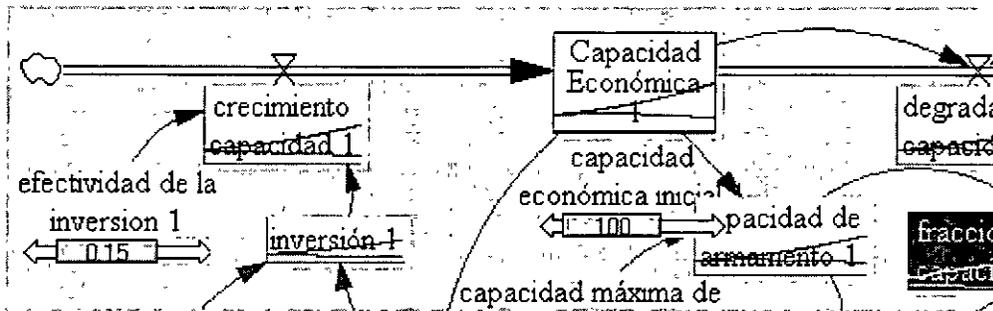
Esto no sólo restablece los cambios hechos a las constantes sino también cualquier cambio que haya hecho a las Funciones Gráficas (Lookup).

- Haga clic en el botón **Guarde esta Corrida a** .
- Teclee el nombre **baserun**.
- Haga clic en **Save (Guarde)**.

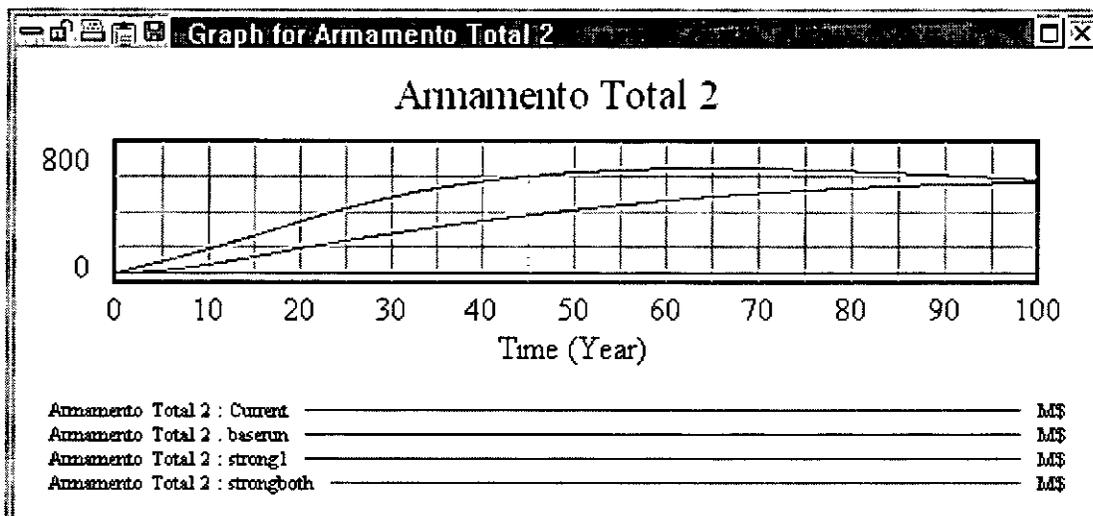
Usted notará que la pantalla titila, pero nada parece cambiar. Esto es así porque la corrida base es igual que el experimento actual.

- Suba el deslizador en la *tasa de fuerza deseada 1* a 2.

Debe haber dos gráficos en cada variable.



- Haga clic en el botón **Guardar esta Corrida a...** Teclee el nombre *strong1* y haga clic en **Save (Guardar)**.
- Suba el deslizador de *tasa de fuerza deseada 2* a 2. (Esto está en la parte inferior del modelo. Es la primera vez que cambiamos este valor.)
- Haga clic en el botón **Guardar esta Corrida a...** Teclee el nombre *strongboth* y Haga clic en **Save (Guardar)**.
- Haga clic en *Armamento Total 2*) y haga clic en la herramienta de **Gráfico**. Usted verá el gráfico:



Note como las corridas *strong1* y *strongboth* terminan casi en el mismo lugar.

- Haga clic en la *Capacidad Económica 2* y haga clic en la herramienta de **Gráfico**.

Cuando el país dos es más agresivo en la fabricación de armas, la consecuencia no es tantas más armas como menos actividad económica. Si usted juega con los números de la fuerza deseada verá que después de un punto de rendimientos más grandes se llega a un nivel inferior de armas al final de la corrida.

Cargando y Descargando las Corridas

Usted puede cargar y descargar corridas y cambiar otras condiciones desde el panel de control. Si usted cambia la configuración del eje de Tiempo, esto cambiará la apariencia de gráficos, aunque no tendrá un efecto en los gráficos en miniatura (éstos se muestran en rango de simulación completo).

- Haga clic en el botón **Panel Control** y haga clic en la etiqueta de **Datasets (Grupos de datos)**.
- Haga clic en *strong1* y haga clic en el botón <<.
- Haga clic en *baserun* y haga clic en el botón <<.

Cuando usted hace estos cambios verá los gráficos en miniatura, que se vuelven a dibujar para reflejar la lista de corridas cargadas. Puede tener hasta 16 corridas cargadas, si bien es raro que sea útil tener más que algunas pocas.

Rompiendo lazos de realimentación (No en Vensim PLE)

Una manera muy eficaz de entender el comportamiento de un modelo es romper los lazos de realimentación y ver qué cambia. Esto es muy fácil de hacer con SyntheSim, aunque esta capacidad no está disponible en Vensim PLE.

Deteniendo la Carrera

- Haga clic en el botón de **Restablecer Todas las Constantes** o  apriete las teclas Ctrl+Inicio.

Esto restablece todos los deslizadores a las posiciones iniciales (y restablece todos los Cambios de la Función Gráfica (Lookup). Note que si usted hubiera movido sólo un deslizador y ese deslizador todavía está activo esto es igual que restablecer el deslizador actual.

- Arrastre el deslizador bajo la *tasa de fuerza deseada 1* a 2.

Las dos líneas del gráfico deben estar una encima de la otra. Si esto no pasa seguro que las dos corridas que usted ha cargado son *strong1* y *current*.

- Haga clic en el *Armamento Total 2* con el botón derecho del ratón (o mantenga apretado Ctrl y haga clic).

Aparecerá el diálogo para forzar una variable.

Cuando una variable se fuerza, en lugar de usar el valor computado para ella se usará un valor externo a la entrada. Este valor puede ser una constante, o uno de varios modelos de la entrada alternativos.

- En el campo de **maximum (máximo)** entre 1000.
- Haga clic en **OK**.

Input Options for: Armamento Total 2

Override normal behavior. Uncheck this and click on OK to revert this one variable to normal behavior

Input Time Shape

Constant (with slider)
 Exponential Growth
 Pulse
 Step Change
 Exponential Decay
 Pulse Train
 Ramp
 Sin Wave
 Square Wave

Minimum maximum

Freeze Levels at initial values. Use this option to study local response to changes in the current variable.

El modelo se simulará con *Armamento Total 2* constante en 500. Esta variable se mostrará en un color diferente para indicar que no está computándose de la manera normal y habrá un deslizador de entrada justo debajo de él.

- Arrastre el deslizador bajo el *Armamento Total 2* hacia abajo hasta obtener un valor de 50 - éste es el valor inicial original para esta variable.
- Haga clic en *Armamento Total 1* y después haga clic en la herramienta del **Gráfico**.

El *Armamento Total 1* empieza en 50 y luego sube bastante rápidamente a 100 y se queda allí. No hay un aumento continuado.

- Haga clic en **Stop Override (Parar forzado)** en la Barra de Herramientas.

Los gráficos deben volver a mostrar sólo una línea.

Forzado del comportamiento

La economía en este modelo ejerce una importante influencia para controlar la capacidad de producir armamentos. Si los gastos en armamento se hubieran formulado como el gasto indicado multiplicado por el efecto de la capacidad, podríamos simplemente forzar ese efecto y hacerlo siempre uno. Desgraciadamente, tal formulación es difícil de crear porque es importante que el gasto real en armamento nunca exceda la capacidad económica. Para este modelo, la manera apropiada de quitar la influencia en el control de la economía no es hacer algo constante, sino darle a la actividad económica un comportamiento que no se vea influido por el nivel de gasto en armas.

- Haga clic en la *Capacidad Económica 1* con el botón derecho del ratón (o apriete la tecla Ctrl y haga clic).
- En el diálogo haga clic en el botón **Exponential Growth (Crecimiento Exponencial)**.
- En **Starting From (Empezar Desde)** poner 100.

13: Vensim User's Guide

- Ponga Growth Rate (la tasa de Crecimiento en %/unidad de tiempo) en 10

Mire el comportamiento de las diferentes variables. El *Armamento Total 1* crece más, pero todavía en forma de S. De hecho, la *Capacidad Económica 2* está bajando bastante, comparada con la corrida del *strong1* y esto está estorbando la habilidad de 2 para producir armamentos. Haga el mismo cambio a la *Capacidad Económica 2* que hicimos a la *Capacidad Económica 1*.

- Haga clic en la *Capacidad Económica 2* con el botón derecho del ratón (o apriete la tecla Ctrl y haga clic)
- En el diálogo haga clic en el botón **Exponential Growth (Crecimiento Exponencial)**.
- Ponga Growth Rate (la tasa de Crecimiento en %/unidad de tiempo) en 10.

Ahora mire el comportamiento. Conseguimos un crecimiento muy rápido en el nivel de armamentos para ambos lados. Podemos estar seguros que la capacidad económica no es un factor de limitación porque en ambos países la fracción de capacidad destinada a la producción de armamento es pequeña y está disminuyendo.

- Aumente la Tasa de fuerza deseada 2 a 2.

El crecimiento Económico está limitado una vez más, aun a 10% / año.

Construyendo un Panel de Control (No PLE)

Además de trabajar con los esquemas en miniatura, SyntheSim trabajará con los gráficos y tablas incrustados como Objetos de Entrada y Salida.

- Haga clic en el botón de **Stop Simulación (Parar la Simulación)**.
- Haga clic en el botón de **Control Panel (Panel de control)** y haga clic en la etiqueta de los **Gráficos**.
- Haga clic en el botón **New (Nuevo)**.
- En el editor de Gráfico a Medida (Custom Graph) agregue el título Comparación del Armamento Total y agregue las variables *Armamento Total 1* y *Armamento Total 2*. Para el **Nombre del Gráfico** entre COMPARE.
- Marque la casilla de verificación a la izquierda de los nombres variables. Agregue 0 debajo de **Y-Min** y 800 bajo **Y-Max**, a la derecha en la fila de arriba.
- Marque la casilla de verificación **Soft Bounds (Límites Suaves)**. El diálogo debe aparecer como::

Name: COMPARE Quick [v] Hide [] Title [] X Label [] Legend []

Title: Comparación del Armamento Total

X-Axis: [] Sel X Label: []

X-min: [] X-max: [] X-divisions: [] Lbl-Interval: [] Y-div: []

Stamp: [] Comment: []

Type: Norm Cum Stack Dots Fill Width: [] Height: []

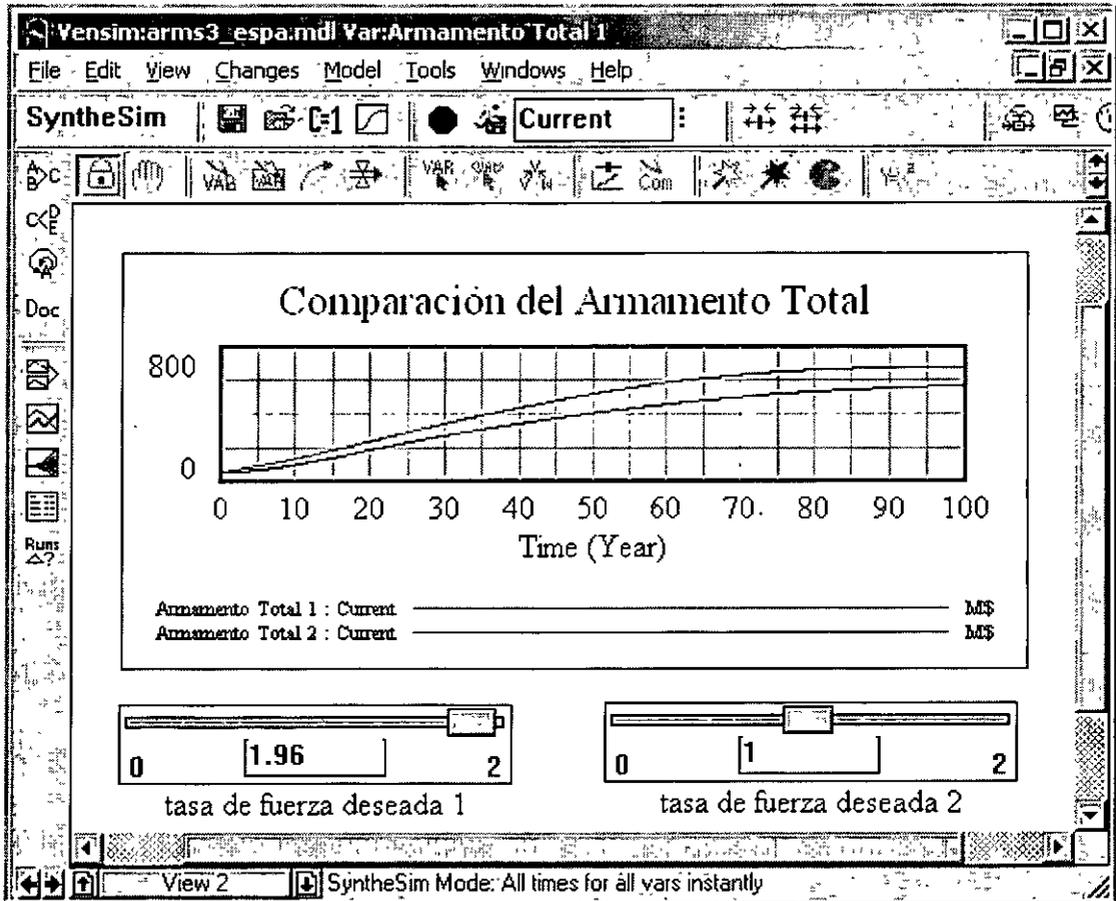
Scale	Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
<input checked="" type="checkbox"/>	Armamento Total	Sel				0	800
<input type="checkbox"/>	Armamento Total	Sel					
<input type="checkbox"/>		Sel					
<input type="checkbox"/>		Sel					
<input type="checkbox"/>		Sel					
<input type="checkbox"/>		Sel					

As WIP Graph (maxpoints) Copy to... Test output Soft Bounds

OK As Table... Cancel

- Haga clic en **OK**.
- Seleccione en el Menú el Ítem **View>New (Ver>Nuevo)**.
- Haga clic en la herramienta **Input Output (Objeto de Entrada Salida)**.
- En el diálogo haga clic en el botón **Output Custom Graph (Gráfico de salida a medida)**. Seleccione **COMPARE** de la lista desplegada en el fondo y haga clic en **OK**.
- Haga el gráfico un poco más grande.
- Haga clic debajo del gráfico a la izquierda.
- En el diálogo Objeto Input/Output haga clic en el botón **Constant... (Constante...)** y seleccione la *tasa de fuerza deseada 1*.
- Ponga el rango de 0 a 2 con incremento de .01 y haga clic en **OK**.
- Haga clic debajo del gráfico a la derecha.
- En el diálogo de Input/Output haga clic en el botón **Constant... (Constante...)** y seleccione la *tasa de fuerza deseada 2*.
- Ponga el rango de 0 a 2 con incremento .01 y haga clic en **OK**.

Puede hacer los deslizadores ligeramente más grandes y posicionarlos para que luzcan bien. Vaya al panel de control, limpie cualquier corrida, entonces arranque el modo de SyntheSim y mueva los deslizadores. Usted debe ver algo como:

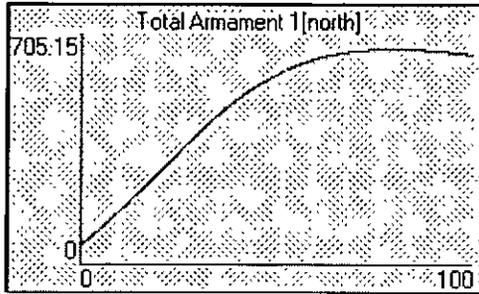


Puede regresar a la vista anterior y continuar haciendo los cambios a las constantes del modelo. Cuando vuelva a esta vista, verá los resultados de esos cambios mostrados en el gráfico.

Los Subíndices y SyntheSim (Sólo en DSS y Professional)

Unas pocas palabras de la interacción de los subíndices y SyntheSim. Mientras está en el modo de SyntheSim, un sólo gráfico aparece para cada variable y un deslizador para cada constante. Vensim determina de cual subíndice mostrar la información, haciendo referencia al diálogo de control de Subíndice. La primera combinación de subíndices seleccionada se muestra (si nada se selecciona, la primera combinación de subíndice se muestra).

Usted puede determinar exactamente cual variable está mostrándose posándose encima de ella hasta que se muestre:



Similarmente puede determinar qué constante está cambiando posándose encima de ella y se mostrará:

`[[north] = 20 Year`

NOTA Necesita posarse encima del nombre, no sobre el deslizador para conseguir que se muestren los consejos.

Usted también puede restablecer un deslizador para referirse a un subíndice diferente haciendo clic en las asas del deslizador:

Simplemente fije un subíndice diferente. Su cambio permanecerá en vigencia hasta que cambie la selección desde el Control de Subíndice o cambie de vistas.

La prueba de sensibilidad no está disponible en Vensim PLE.

Simulaciones de Monte Carlo

La prueba de sensibilidad es el proceso de cambiar sus supuestos sobre los valores de las Constantes en el modelo y examinar la salida resultante con el cambio en esos valores. La prueba de sensibilidad manual involucra el cambio del valor de una Constante (o varias Constantes de una vez) y simular, cambiar el valor de la Constante de nuevo y simular nuevamente y repetir esta acción muchas veces para lograr un espectro de valores de salida.

La simulación de Monte Carlo, también conocida como simulación de sensibilidad multivariable (MVSS, por su nombre en inglés), hace este procedimiento automáticamente. Cientos o incluso miles de simulaciones pueden realizarse, con Constantes muestreadas a lo largo de un rango de valores y guardar la salida para análisis posterior. El muestreo Latin Hypercube es una forma particular de prueba de sensibilidad que permite una prueba más rápida en modelos muy grandes.

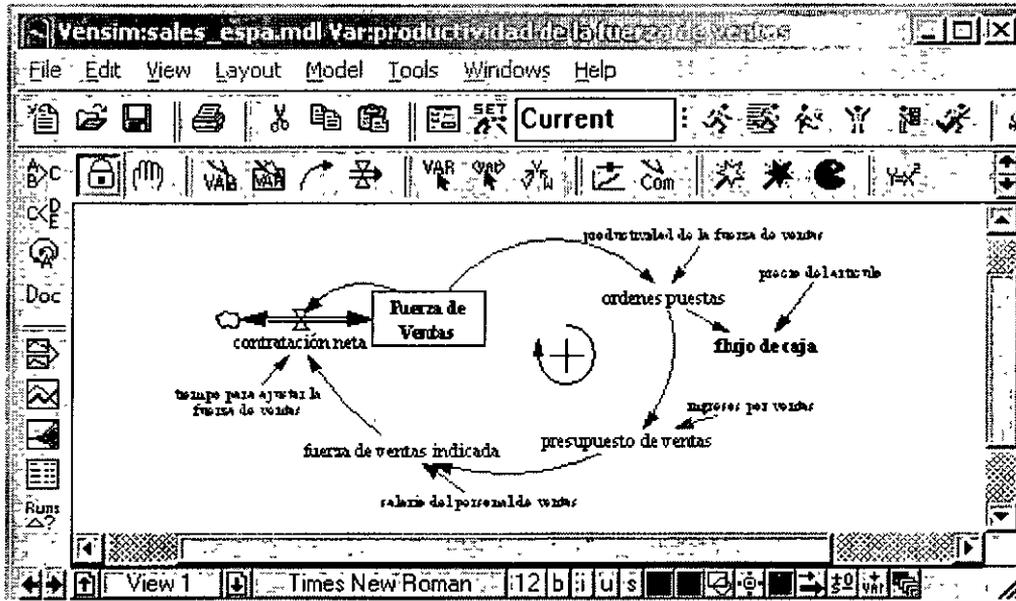
Modelo de Crecimiento del Mercado (sales.mdl)

El modelo de ventas mostrado debajo contiene un lazo de realimentación positivo principal, en el que más vendedores pueden generar más ventas, incrementando el rédito y permitiendo contratar más vendedores. Un lazo de realimentación negativo menor permite ajustar la fuerza de ventas durante un período de tiempo mediante la contratación y los despidos.

➤ Abra el modelo *sales.mdl* en el directorio *guide\chap15* (o la versión en español *sales_espa.mdl* en el mismo directorio que esta Guía).

○

➤ Construya el modelo mostrado en el diagrama, con las ecuaciones que se listan debajo y sávelo en el mismo directorio con un nombre diferentes (p.ej., *sales1_espa.mdl*). Las Fronteras Temporales son el TIEMPO INICIAL = 0 (INITIAL TIME = 0), TIEMPO FINAL = 60 (FINAL TIME = 60), PASO de TIEMPO = 0.25 (TIME STEP = 0.25), Unidades para Tiempo: Month (Mes) (Time: Month).



Las Ecuaciones de Sales.mdl

contratación neta = (fuerza de ventas indicada - Fuerza de Ventas) /
tiempo para ajustar la fuerza de ventas

Units: personas/Mes

flujo de caja = ordenes puestas * precio del artículo

Units: \$/Mes

Fuerza de Ventas = INTEG(contratación neta, 50)

Units: personas

fuerza de ventas indicada = presupuesto de ventas / salario del
personal de ventas

Units: personas

ingresos por ventas= 10

Units: \$/unidad

ordenes puestas = Fuerza de Ventas * productividad de la fuerza de
ventas

Units: unidades/Mes

precio del item= 100

Units: \$/unidad

presupuesto de ventas= ordenes puestas * ingresos por ventas

Units: \$/Mes

productividad de la fuerza de ventas= 210

Units: unidades/(personas*Mes)

salario del personal de ventas = 2000

Units: $\$/(\text{personas} \cdot \text{Mes})$

tiempo para ajustar la fuerza de ventas = 6

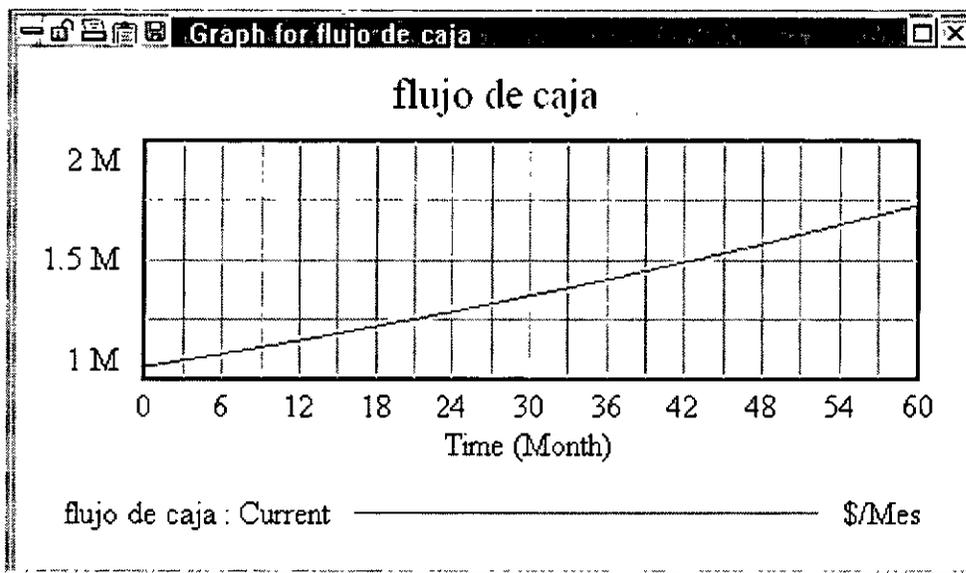
Units: Mes

Simulación Base

Primero simularemos el modelo para ver el comportamiento con los valores normales para las Constantes del modelo.

- Haga doble clic en la caja de edición del **Runname**, teclee *baserun*.
- Haga clic en el botón de **Simular**.
- Haga doble clic en *Fuerza de Ventas* y haga clic en el botón de herramienta del **Gráfico**. Haga clic *flujo de caja* y luego haga clic en el botón de en la herramienta del **Gráfico**.

Encontramos que *Fuerza de Ventas* y *flujo de caja* están creciendo despacio.



- Seleccione en el panel de control la etiqueta de **Datasets** y haga doble clic en *baserun* para descargarlo.

Incertidumbre en Múltiples Parámetros

Este modelo contiene cinco constantes, que podemos variar para examinar su efecto en la salida de la simulación. Asumiremos que conocemos los valores exactos para dos constantes: *precio del artículo* e *ingresos por ventas* (porque éstas son decisiones políticas que los gerentes pueden definir realmente). Los parámetros inciertos son *productividad de la fuerza de ventas*, *tiempo para ajustar la fuerza de ventas* y *salario del*

15: Guía del Usuario de Vensim

personal de ventas. Seleccionaremos estos parámetros y le asignaremos valores máximos y mínimos, junto con una distribución aleatoria sobre la que ellos pueden variar, para ver su impacto en el comportamiento del modelo. Note que podríamos seleccionar un parámetro si quisiéramos ver la sensibilidad del comportamiento del modelo a ese parámetro.

NOTA: Parámetro es un sinónimo de Constante. En la documentación Vensim, parámetro se usa frecuentemente para referirse a Constantes del modelo que seleccionamos para ver la variación durante el Análisis de sensibilidad y optimización.

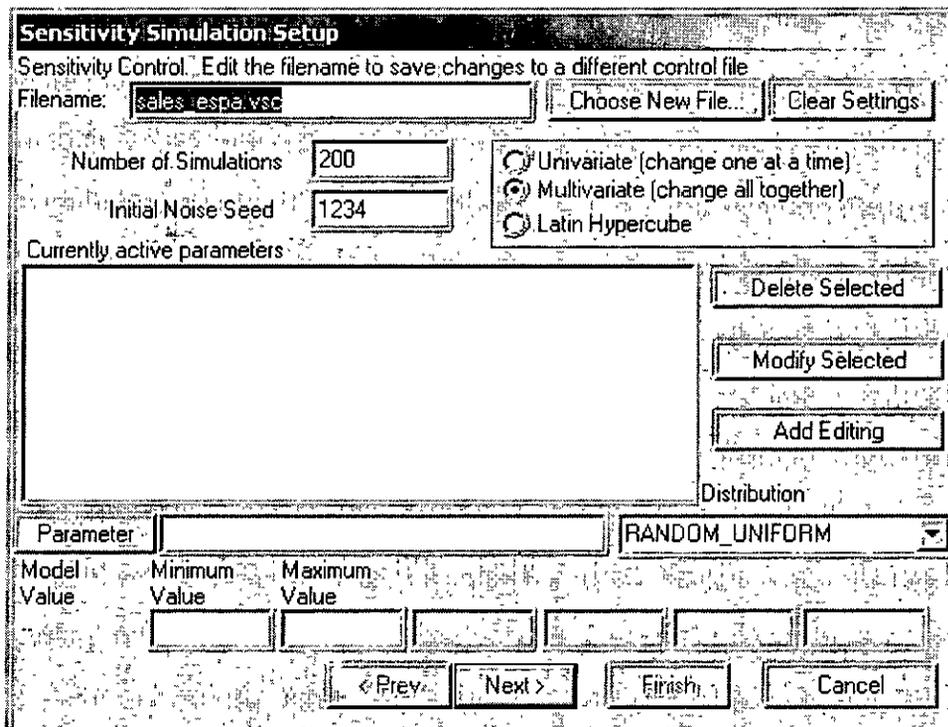
Parámetros de Control de Sensibilidad

Vensim tiene dos métodos para preparar las simulaciones de sensibilidad. Uno es usar la etiqueta de Sensibilidad en el Control de Simulación, para preparar los archivos de control. La otra manera, es usar el botón de Sensibilidad, en la Barra de herramientas, para activar al Ayudante de Sensibilidad.

➤ Haga doble clic en la caja de edición del **Runname** y teclee la *sensibilidad* para el nombre del grupo de datos (actualmente es *baserun*).

➤ Haga clic en el botón de **Sensibilidad**  en la Barra de herramientas.

El Ayudante de Sensibilidad abre el Control de Sensibilidad



Sensitivity Simulation Setup
Sensitivity Control. Edit the filename to save changes to a different control file

Filename:

Number of Simulations:
Initial Noise Seed:

Currently active parameters

Univariate (change one at a time)
 Multivariate (change all together)
 Latin Hypercube

Distribution

Parameter:

Model Value	Minimum Value	Maximum Value
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

➤ Asegúrese que el botón para **Multivariable** esté seleccionado y que el **Número de Simulaciones (Number of Simulations)** esté en 200.

El método de sensibilidad multivariable de Monte Carlo trabaja probando un conjunto de números dentro de un cierto dominio. Para realizar una prueba multivariable, se muestrea la distribución para cada parámetro especificado y los valores resultantes se usan en una simulación. Cuando el **Número de Simulaciones** está fijo en 200, este proceso se repetirá 200 veces.

- Haga clic en el botón **Parameter (Parámetro)**, una caja de diálogo de Control del Parámetro se abrirá y mostrará todos los parámetros (Constantes) en el modelo que pueden seleccionarse para el muestreo de Monte Carlo. Haga clic en *productividad de la fuerza de ventas* y después en **OK**.

Distribución Uniforme Aleatoria

Con el objeto de hacer simulaciones de sensibilidad necesita definir qué tipo de distribución de probabilidad para cada parámetro se elegirá. La distribución más simple es la Distribución Uniforme Aleatoria en la que es igualmente probable que ocurra cualquier número entre los valores mínimos y máximos ocurra. La Distribución Uniforme Aleatoria es aplicable para la mayoría de las pruebas de sensibilidad y se selecciona por omisión. Otra distribución comúnmente usada es la distribución normal (Campana) en la que valores cerca de la media son más probables que ocurran que los valores lejos de la media.

Vensim provee una variedad de distribuciones diferentes de las que puede escoger. Las distribuciones normalmente usadas son Uniforme, Normal y distribuciones Triangulares. Si usted no tiene ninguna razón para escoger una distribución específica, es normalmente sensato elegir una distribución uniforme.

Los valores mínimo y máximos se escogen para limitar cada parámetro. Note que el valor real del modelo, 210, se exhibe debajo del botón de **Parámetro**.

- Haga clic en la caja etiquetada **Valor Mínimo (Minimum Value)** y teclee 200. Haga clic en la caja etiquetada **Valor Máximo (Maximum Value)** y teclee 220.

El valor mínimo de 200 representa la productividad más baja que se cree que la fuerza de las ventas puede lograr; el valor máximo de 220 representa la productividad más alta que pensamos que ellos pueden lograr.

- Haga clic en el botón **Add Editing (Agregar Edición)**.
- Haga clic en el botón **Parameter (Parámetro)** y haga clic en el *tiempo para ajustar la fuerza de ventas* y haga clic en **OK**.
- Haga clic en la caja etiquetada el **Valor Mínimo (Minimum Value)** y teclee 3. Haga clic en la caja etiquetada **Valor Máximo (Maximum Value)** y teclee 12. Estos números son asimétricos alrededor del valor 6 del modelo; pensamos que el valor podría ser un poco más bajo o mucho más grande. Haga clic en el botón **Add Editing (Agregar Edición)**.
- Haga clic en el botón **Parameter (Parámetro)** y haga clic en el *salario del personal de ventas* y haga clic en **OK**.

La distribución normal aleatoria

Para el *salario del personal de ventas* escogeremos una distribución diferente a la predefinida. Las muestras en la distribución NORMAL ALEATORIO (RANDOM NORMAL) se

obtienen según una Distribution Normal (1) y requiere que sean especificados los límites máximo y mínimos, así como una media y desviación estándar.

- Haga clic en la flecha de la caja de **Distribución (Distribution)**. Seleccione RANDOM NORMAL (NORMAL ALEATORIO) de la lista (necesitará usar la barra de desplazamiento para moverse en la lista).

Note que algunas cajas de edición se han agregado al fondo del Control de Sensibilidad.

- Haga clic en el botón en la caja del **Valor Mínimo (Minimum Value)** y teclea 1800. Haga clic en la caja de **Valor Máximo (Maximum Value)** y teclee 2200. Haga clic en la caja **Mean (Media)** y teclee 2000. Haga clic en la caja **Standard Deviation (Desviación Estándar)** y teclee 100. Haga clic en la caja **Add Editing (Agregar Edición)**.

El Control de Sensibilidad debe aparecer similar a la imagen debajo.

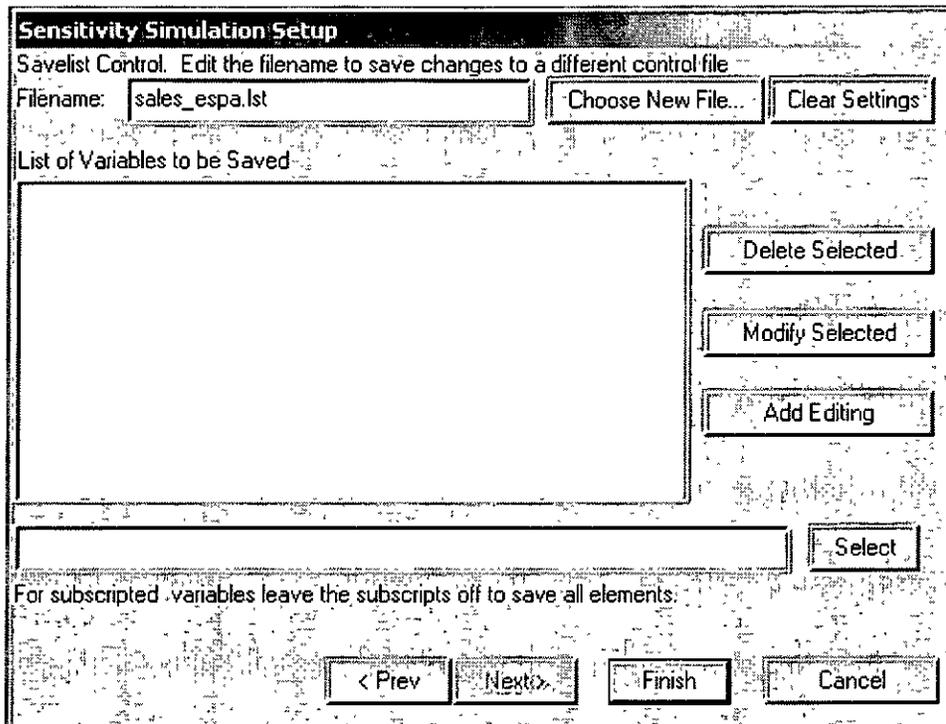
- Haga clic en el botón **Next (Próximo)** para ir al Control de Listas Guardadas.

Listas Guardadas

Las Listas Guardadas son archivos que le dicen a Vensim de que variables guardar valores. Las simulaciones de sensibilidad generan una cantidad muy grande de datos, por lo que es necesario limitar los datos guardados a sólo esas variables en las que estamos muy interesados. Debe escoger guardar sólo valores para las variables que piensa que son de interés real; intentar guardar los valores de

15: Guía del Usuario de Vensim

sensibilidad para todas las variables en el modelo tomaría mucho tiempo y una cantidad grande de espacio en disco.



- Haga clic en el botón **Select (Seleccionar)**, un diálogo de Guardado de Variable se abrirá mostrando todas las variables del modelo. Escoja *flujo de caja* y haga clic en **OK**. Haga clic en el botón **Add Editing (Agregar Edición)**.
- Haga clic en el botón de en el botón **Select (Seleccionar)** y escoja *Fuerza de Ventas* luego haga clic en el botón de **OK**. Haga clic en el botón **Add Editing (Agregar Edición)**.

NOTA podríamos simplemente teclear estos nombres individualmente en la caja de edición y hacer clic en el botón **Add Editing (Agregar Edición)**.

Simulaciones de Sensibilidad

- Haga clic en el botón de **Finish (Terminar)**.

El modelo se simulará una vez y luego realizará 200 simulaciones adicionales mientras varía automáticamente los parámetros *productividad de la fuerza de ventas, tiempo para ajustar la fuerza de ventas y salario del personal de ventas*. El grupo de datos contiene el comportamiento estándar para todas las variables con los valores de las Constantes originales del modelo y un rango de valores para el comportamiento de las variables *flujo de caja* y *Fuerza de Ventas* generada por las 200 simulaciones de sensibilidad.

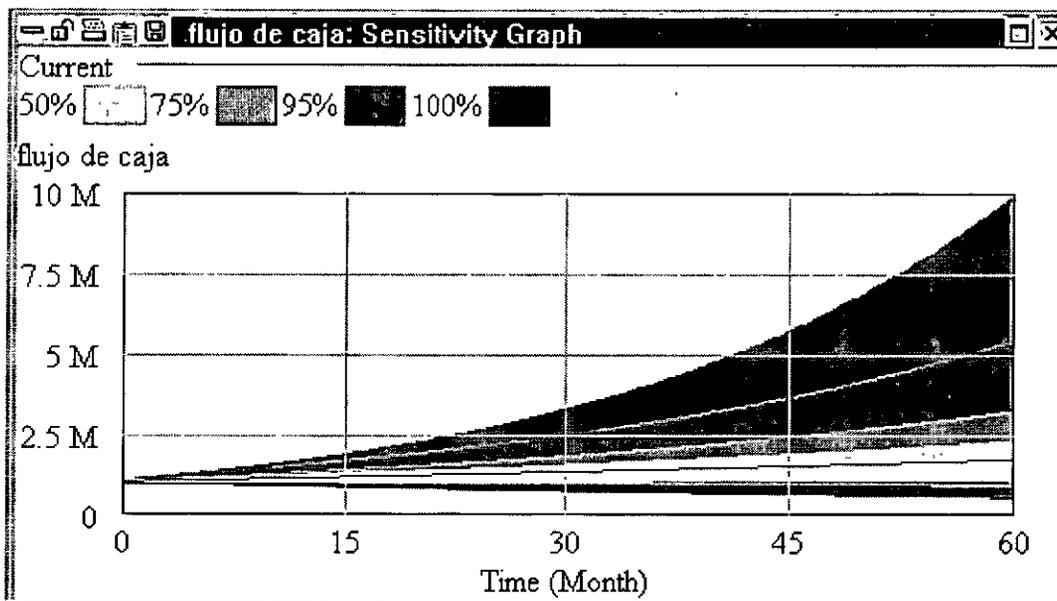
- Abra el panel de control y haga clic en la etiqueta de **Datasets (Grupo de Datos)**. Si apareciera *baserun* en la lista de corridas **Cargadas (Loaded)** haga doble clic sobre ella para quitarla.
- Haga clic on the variable *cash flow* on the sketch to select it as the Workbench Variable.

Salida de Sensibilidad en Grafico Temporales

Los resultados de la prueba de sensibilidad pueden ser mostrados en formatos diferentes. Los gráficos temporales muestran la conducta de una variable durante un determinado período. Lña distribución de valores de la variable, en cualquier periodo, se muestran sobre la base de los límites de confianza, o como valores separados que se combinan para hacer seguimientos de las simulaciones individuales.

Límites de Confianza

- Haga clic en la herramienta de **Análisis de Gráfico de Sensibilidad (Sensitivity Graph)**. La configuración predefinida para esta herramienta es trazar los límites de confianza.



Se genera un gráfico mostrando los límites de confianza para todos los valores de *flujo de caja* que se generaron cuando los tres parámetros fueron variados al azar alrededor de sus distribuciones. Usted puede extender el gráfico para llenar la pantalla simplemente haciendo clic en el botón de maximizar / minimizar en la esquina superior derecha.

Los límites exteriores de incertidumbre (100%) muestran los valores máximos de aproximadamente 10 millones de dólares y un valor del mínimo de aproximadamente 500 mil dólares al final de la simulación. Note la posibilidad de una disminución en el *flujo de caja*. Las primeras

15: Guía del Usuario de Vensim

simulaciones corridas (con los valores de las Constantes contenidos en el modelo) se traza como una línea indicada con el nombre de *sensibilidad* de la carrera.

Valores medios (No en PLE Plus)

Un valor medio queda dentro de los límites de confianza y puede trazarse:

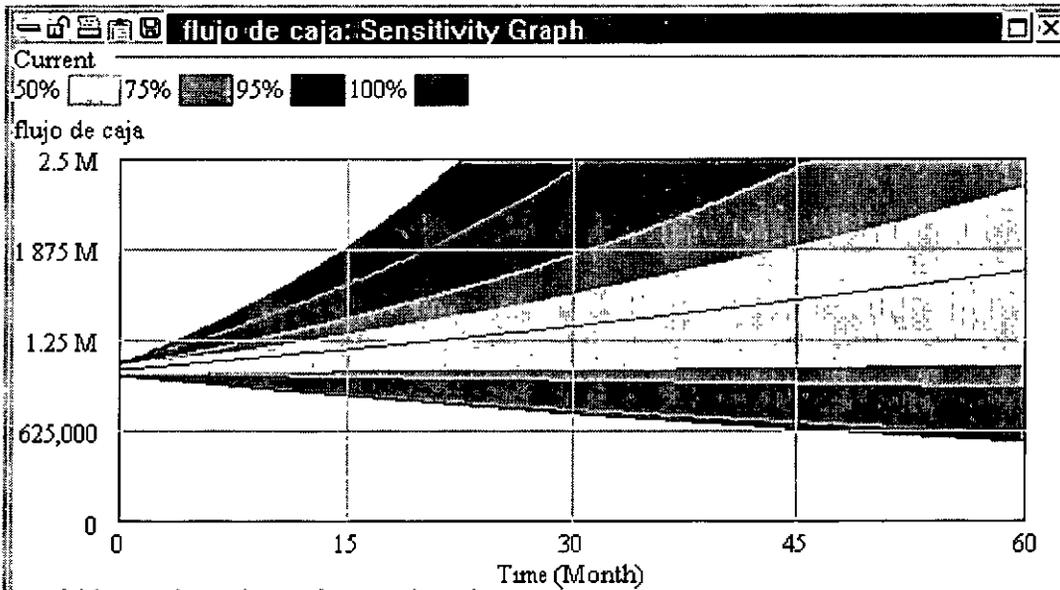
- Haciendo clic con el botón derecho del ratón en la herramienta de **Gráfico de Sensibilidad (Sensitivity Graph)**. Haga clic en la casilla de verificación **Plot Mean Value (Graficar valor medio)** en el campo **Show Sensivities as: (Muestre la Sensibilidad como:)**.
- Haga clic en la casilla de verificación **Suppress first run plot (Suprimir grafico de la primero corrida)**. (Este dejará sólo el valor medio y los límites de confianza). Haga clic en el botón de **OK**.
- Haga clic en la herramienta de **Gráfico de Sensibilidad (Sensitivity Graph)**.

Se genera un gráfico exhibiendo el valor medio de los límites de confianza con una línea roja.

Enfocando las Escalas en los Gráficos

Enfoquemos la escala vertical para mostrar un detalle mayor en el rango más bajo de los valores de incertidumbre.

- Ponga el puntero en la línea horizontal del gráfico que muestra el *flujo de caja* en 2.5 M. Mantenga apretada la tecla Ctrl y luego haga clic con el botón del ratón. Arrastre el ratón para que el cursor se mueva a la parte inferior del gráfico (la línea del gráfico que muestra el *flujo de caja* igual a 0). Suelte el botón del ratón.
- Haga clic en la herramienta **Gráfico de Sensibilidad (Sensitivity Graph)**.

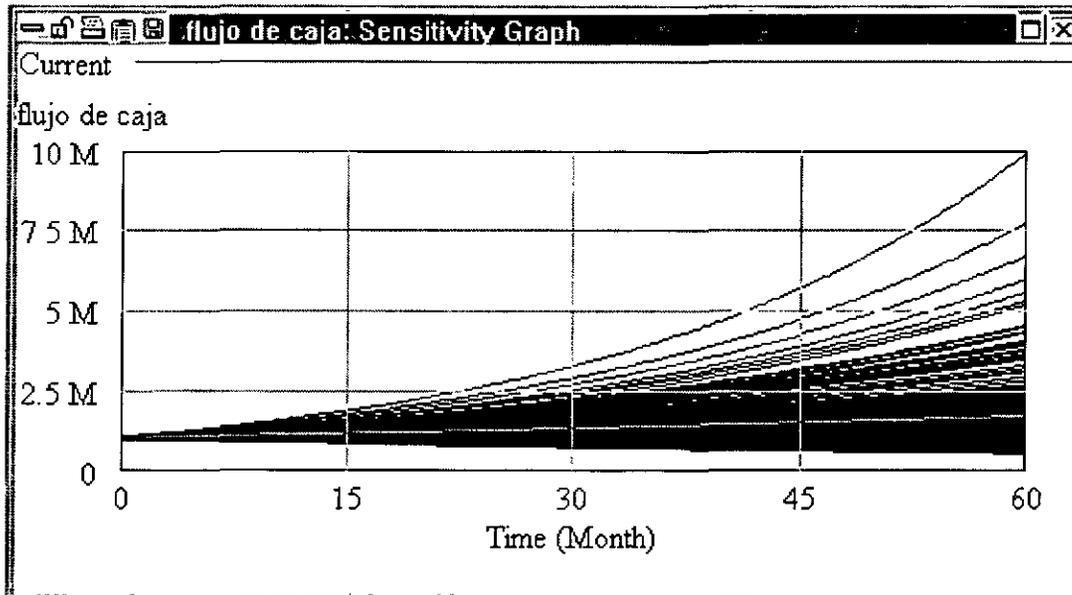


Los Trazos Individuales (No en PLE Plus)

Otra opción para ver la salida de sensibilidad es ver todos los trazos de la simulación individuales.

- Haga clic con botón derecho del ratón en la herramienta de **Gráfico de Sensibilidad**. Haga clic en el botón de radio de los **Individual Traces (Trazos Individuales)** en el campo **Show Sensitivities as (Muestre sensibilidad como)** y luego haga clic en el botón de **OK**.
- Haga clic en el Gráfico de Sensibilidad.

Se muestran ahora los trazos individuales para cada simulación. Usted podría querer maximizar el gráfico (en caso negativo ya lo aumentó al máximo) para cubrir todo el tamaño de la ventana, para poder discernir entre algunos de los trazos individuales.



- Haga doble clic en *Fuerza de Ventas* y luego haga clic en el **Gráfico de Sensibilidad**.

Vemos un comportamiento muy similar que no es sorprendente ya que el comportamiento del lazo de realimentación a través de la *Fuerza de Ventas* gobierna el comportamiento de *flujo de caja*.

Salida Histograma de Sensibilidad (No en PLE Plus)

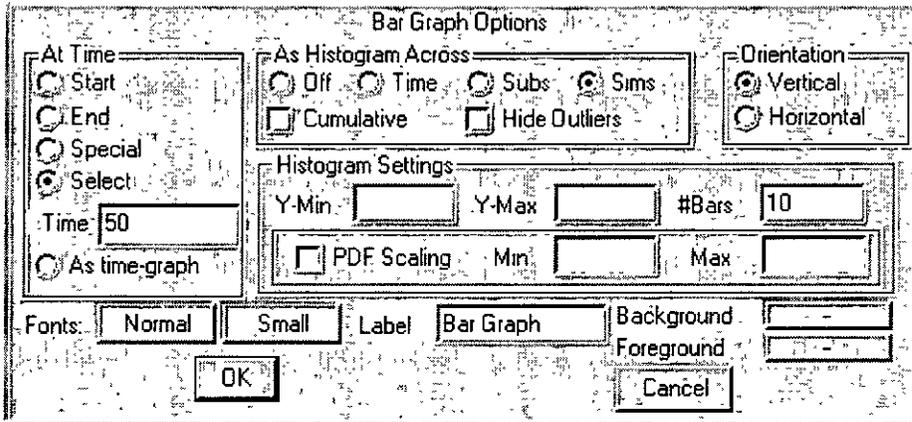
Pueden desplegarse resultados de la prueba de sensibilidad en forma de histogramas. Éstos proporcionan una sección transversal de valores en un periodo en particular. Los histogramas despliegan el número de simulaciones para los que la variable estaba en un rango dado en el momento especificado. Los histogramas proveen un mecanismo para ver la distribución de los valores de una variable sobre todas las simulaciones hechas y en un momento especificado.

Cambiando el Conjunto de Herramientas de Análisis

Vensim provee dos Conjuntos de Herramientas por defecto. *default1.vts* es con lo que hemos estado trabajando hasta ahora. *default2.vts* contiene más herramientas que *default1.vts*. Usted también puede crear y puede guardar su propio Conjunto de Herramientas (toolset).

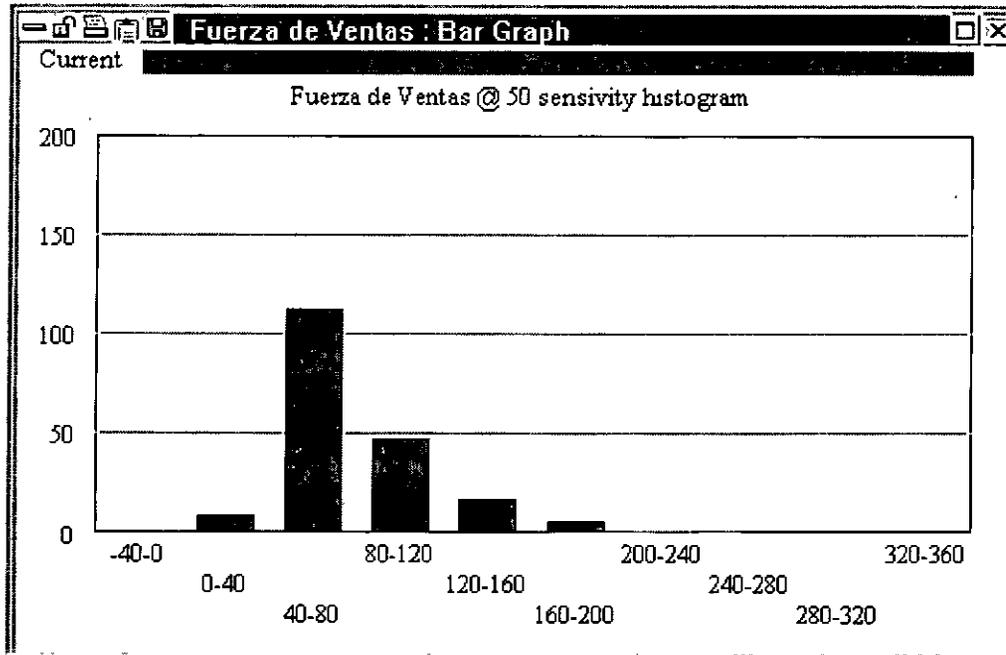
- Seleccione en el menú Tools>Analysis Toolset>Open.... (Herramientas>Conjunto de Herramientas de Análisis >Abrir....)
- Haga clic en el botón de **No** cuando le pregunte si quiere guardar el Conjunto de Herramientas actual..
- Seleccione *Default2.vts* y haga clic en **Open (Abrir)**. (existe un Conjunto de Herramientas Omisión1.vts y Omisión2.vts, en español).
- Haga clic con el botón derecho del ratón en la herramienta de gráfico de barras.
- En el campo **As Histogram (Como Histograma)**, marque verifique la caja **Sims (Simulaciones de Sensibilidad)**. En el campo **At Time (En el momento)**, haga clic en el botón de radio **Select (Seleccionar)** y teclee 50 en la caja de **Time(Tiempo)** . haga clic en el botón de **OK**.

El diálogo debe parecerse al mostrado debajo.



- Seleccione la etiqueta de **Datasets** en el panel de control y verifique que *sensibilidad* está todavía cargada. Verifique que *Fuerza de Ventas* todavía es la Variable del Banco de trabajo.
- Haga clic en la herramienta del gráfico de barras.

Un histograma de sensibilidad se generará mostrando una sección transversal en la mitad del tiempo de la simulación, 50 meses.



Fuerza de ventas en personas se muestra a lo largo del eje X. El eje Y representa el número de simulaciones. Así el gráfico dice que había aproximadamente 115 simulaciones para el que, en el momento 50, la *Fuerza de Ventas* estaba entre 40 y 80 y aproximadamente 50 simulaciones en que estaba entre 80 y 120.

Herramientas Estadísticas

Si usted está usando Vensim Professional o DSS la herramienta de Estadísticas puede ser usada para conseguir información sobre las simulaciones de sensibilidad. Vea el Capítulo 14 del Manual de Referencia para detalles de cómo configurar esta herramienta.

Técnicamente a esta se la llama una Distribución Normal Truncada. La Distribución Normal no está limitada y valores muy grandes, negativos y positivos, pueden ocurrir. Usted puede truncar todas las distribuciones para que no se use ningún valor extremo.