



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO
CON DINÁMICA DE SISTEMAS**

Carlos Alberto Rivera Castellanos

Asesorada por el Ing. César Fernández

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO
CON DINÁMICA DE SISTEMAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

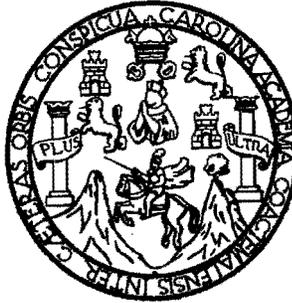
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'CARLOS ALBERTO RIVERA CASTELLANOS'.

CARLOS ALBERTO RIVERA CASTELLANOS
ASESORADO POR EL ING. CÉSAR FERNÁNDEZ

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jorge Armín Mazariegos Rabanales
EXAMINADOR	Ing. Freiry Javier Gramajo López
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Valdéz Mata
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

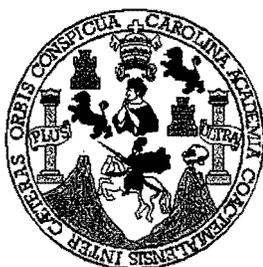
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO CON DINÁMICA DE SISTEMAS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en marzo de 2009.

Carlos Alberto Rivera Castellanos



Guatemala, 18 de diciembre de 2,009

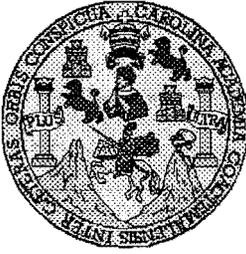
Ing. Carlos Alfredo Azurdia Morales.
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación
Dirección de la Escuela de Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Azurdia:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he tenido a bien revisar el trabajo de graduación de **CARLOS ALBERTO RIVERA CASTELLANOS**, titulado **"CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO CON DINÁMICA DE SISTEMAS"**, por lo cual me permito recomendar dicho trabajo para la respectiva revisión por parte de la comisión de trabajos de graduación de la escuela de Ciencias y Sistemas.

Sin otro particular, me suscribo atentamente,

Ing. César Fernández



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 24 de Marzo de 2010

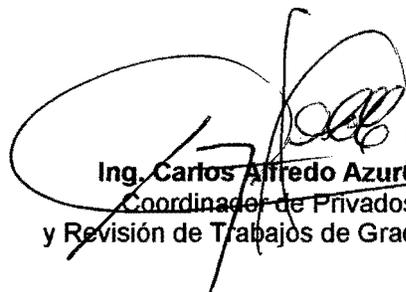
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Turk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **CARLOS ALBERTO RIVERA CASTELLANOS**, titulado: **“CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO CON DINÀMICA DE SISTEMAS”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



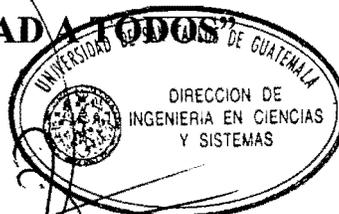
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, de trabajo de graduación titulado **CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO CON DINÁMICA DE SISTEMAS**, presentado por el estudiante **CARLOS ALBERTO RIVERA CASTELLANOS** aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

"ID Y ENSEÑADA A TODOS"



Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
Director, Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas

Guatemala, 04 de octubre de 2010



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO CON DINÁMICA DE SISTEMAS**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alberto Rivera Castellanos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2010

/cc
c.c. archivo.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por su infinita misericordia, por ser mi luz y mi guía, fuente de amor y sabiduría.
Mis padres	Por darme todo su amor, por inculcarme principios y valores que han hecho de mí lo que ahora soy y estar a mi lado durante la carrera.
Mi hermana, mi cuñado y mi sobrino	Por ser para mí un ejemplo de perseverancia, coraje, lucha y entrega para alcanzar el éxito.
Mis abuelos	Por ser como ángeles que me cuidan, me orientan y me quieren mucho aquí en la tierra y allá en el cielo.
Mi novia	Por su amor incondicional y alentarme a alcanzar este sueño.
Mis primos, tíos y amigos	Por su ayuda, sus consejos y buenos deseos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. DINÁMICA DE SISTEMAS.....	01
1.1 Conceptos generales.....	01
1.2 Metodología sistémica.....	03
2. ESTRUCTURA ELEMENTAL DE SISTEMAS.....	05
2.1 Lenguaje para la descripción de sistemas.....	06
3. BUCLES DE REALIMENTACIÓN.....	09
3.1 De primer orden.....	09
3.1.1 Bucles de realimentación negativa.....	09
3.1.2 Bucles de realimentación positiva.....	10
3.2 Diagramas de Forrester.....	12
3.3 Ejemplos de aplicación.....	14
3.3.1 Modelo de un sistema regulador de temperatura.....	14
3.3.2 Modelo de un sistema bancario saldo-interés.....	16
3.3.3 Modelo económico de oferta y demanda.....	17
3.3.3.1 Consideraciones del modelo.....	18

3.3.3.2	Definición de variables.....	19
3.3.3.3	Evaluación de resultados.....	21
4.	SISTEMAS COMPLEJOS.....	25
4.1	De orden superior.....	25
5.	METODOLOGÍA.....	27
5.1	Etapas del proceso de modelización.....	27
6.	CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO.....	29
6.1	Definición del problema.....	29
6.2	Conceptualización del sistema.....	30
6.3	Formalización del modelo.....	31
6.3.1	Consideraciones del modelo.....	32
6.3.2	Definición de las variables.....	33
6.4	Comportamiento.....	38
6.4.1	Comportamiento a 10 años.....	39
6.4.2	Evaluación de resultados.....	40
6.4.3	Comportamiento a 50 años.....	43
6.4.4	Evaluación de resultados.....	44
6.5	Evaluación.....	48
6.5.1	Análisis de sensibilidad para distintos casos.....	49
6.5.1.1	Caso 1: Tasa mortalidad.....	49
6.5.1.1.1	Evaluación de resultados.....	49
6.5.1.2	Caso 2: Tasa natalidad y mortalidad.....	50
6.5.1.2.1	Evaluación de resultados.....	51
6.5.1.3	Caso 3: Fracción población habitantes.....	52
6.5.1.3.1	Evaluación de resultados.....	52

6.5.1.4	Caso 4: Proporción habitación ocupaciones.....	53
6.5.1.4.1	Evaluación de resultados.....	54
6.5.1.5	Caso 5: Tasa nuevos turistas y proporción habitación ocupaciones.....	55
6.5.1.5.1	Evaluación de resultados.....	55
6.5.1.6	Caso 6: Tasa nuevos turistas.....	57
6.5.1.6.1	Evaluación de resultados.....	57
6.6	Explotación.....	58
6.6.1	Generación de escenarios.....	59
6.6.1.1	Escenario de crecimiento frente a una epidemia.....	59
6.6.1.1.1	Evaluación de resultados.....	60
6.6.1.2	Escenario de crecimiento frente a una crisis del sector hotelero.....	61
6.6.1.2.1	Evaluación de resultados.....	62
6.6.1.3	Escenario de crecimiento equilibrado.....	63
6.6.1.3.1	Evaluación de resultados.....	64
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES.....	69
	REFERENCIAS.....	71
	BIBLIOGRAFÍA.....	73
	APÉNDICE.....	75
	ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Estructura de un sistema	02
2	Comportamiento de un sistema	02
3	(a) Estructura de un bucle de realimentación negativo y (b) su comportamiento	10
4	(a) Estructura de un bucle de realimentación positivo y (b) su comportamiento	11
5	Símbolos utilizados para describir los elementos de un sistema en un Diagrama de Forrester	12
6	Diagrama de Forrester para un sistema de primer orden con realimentación negativa	13
7	Diagrama de Forrester para un sistema de primer orden con realimentación positiva	13
8	Diagrama de influencias para un sistema regulador de temperatura ¹⁵	
9	Diagrama de Forrester del sistema regulador de temperatura	16
10	Diagrama de Forrester para el sistema bancario saldo-interés	17
11	Diagrama de Forrester para el sistema de oferta y demanda	18
12	Diagrama de influencias de un sistema de segundo orden	26
13	Comportamiento de un sistema de segundo orden	26
14	Etapas del proceso de modelización	27
15	Diagrama de influencias del modelo de comportamiento turístico	30
16	Diagrama de Forrester del modelo de comportamiento turístico	32
17	Configuración inicial del modelo de comportamiento	

	turístico a 10 años en Vensim	39
18	Configuración inicial del modelo de comportamiento turístico a 50 años en Vensim	43

TABLAS

I	Definición de variables del modelo regulador de temperatura	14
II	Definición de variables del modelo de oferta y demanda	19
III	Comportamiento del modelo de oferta y demanda	22
IV	Resultados de la simulación del modelo de oferta y demanda	23
V	Comportamiento de la afluencia turística a 10 años	40
VI	Comportamiento del crecimiento poblacional a 10 años	41
VII	Comportamiento de la oferta y demanda habitacional a 10 años	42
VIII	Comportamiento de las variables de nivel a 10 años	42
IX	Comportamiento de la afluencia turística a 50 años	44
X	Comportamiento del crecimiento poblacional a 50 años	45
XI	Comportamiento de la oferta y demanda habitacional a 50 años	46
XII	Comportamiento de las variables de nivel a 50 años	46
XIII	Resultados de la simulación del modelo de comportamiento turístico	47
XIV	Comparación de resultados con datos estadísticos	48
XV	Comportamiento del modelo ante un cambio en la tasa de mortalidad	49
XVI	Comportamiento del modelo con tasa de natalidad y mortalidad iguales	51
XVII	Comportamiento del modelo ante un cambio en fracción población Habitaciones	52
XVIII	Comportamiento del modelo ante un cambio en proporción habitación ocupaciones	54
XIX	Comportamiento del modelo ante un cambio en tasa nuevos turistas	

	y proporción ocupación habitaciones	55
XX	Comportamiento del modelo ante un cambio en tasa nuevos turistas	57
XXI	Comportamiento del modelo frente a un escenario de epidemia	60
XXII	Resultados de la simulación del escenario de epidemia	60
XXIII	Comportamiento del modelo frente a un escenario de crisis en el sector hotelero	62
XXIV	Resultados de la simulación del escenario de crisis en el sector hotelero	62
XXV	Comportamiento del modelo frente a un escenario de crecimiento equilibrado	64
XXVI	Resultados de la simulación del escenario de crecimiento equilibrado	64

GLOSARIO

Bucle de realimentación	Una cadena de variables entrelazadas mediante relación causal en donde el efecto de alguna de estas variables llega a sí misma a través de la cadena de variables.
Bucle de realimentación positivo	Se da cuando en el bucle de realimentación el efecto total de las variables encadenadas produce un aumento en el valor de todas las cantidades de las variables pertenecientes al bucle.
Bucle de realimentación negativo	Se da cuando en el bucle de realimentación el efecto total de las variables encadenadas produce una disminución en el valor de algunas de las variables pertenecientes al bucle.
Dinámica de sistemas	Metodología desarrollada por J. Forrester del Instituto Tecnológico de Massachussets, relacionada con la simulación de un sistema concebido como una red de flujos y bucles de realimentación, que interconectan varios inventarios o niveles que responden a los cambios en el sistema debidos a decisiones o índices de variación.

Diagrama de Forrester

Consiste en un diagrama que traslada un diagrama de influencias a una representación de símbolos expresada mediante variables de nivel, de flujo y auxiliares con el objetivo de ser interpretado por programas de simulación en la computadora.

Diagrama de influencias

Consiste en un diagrama en el cual se colocan todas las variables de un modelo de dinámica de sistemas y se establece la forma en que se relacionan trazando flechas dirigidas a las variables afectadas, cuya punta indica la forma en la que la afecta, pudiendo ser positiva (+) o negativa (-).

Macroeconomía

Parte de la economía que se dedica al análisis de las magnitudes económicas colectivas o globales, como la renta nacional, el empleo, la inflación, el producto interno bruto, etc.

Modelo

Es una abstracción de la realidad que captura la esencia fundamental del sistema, con el detalle suficiente como para que pueda utilizarse en la investigación y experimentación en lugar del sistema real, con menos riesgo, tiempo y coste [1].

Producto turístico

Es todo producto o servicio destinado a satisfacer las necesidades de un turista en su objetivo de trasladarse al lugar destino, residir allí temporalmente y regresar a su lugar de origen.

Sistema

Es una unidad compuesta por un conjunto de partes, que interactúan y se afectan entre sí, bajo una meta común.

Turismo

Según la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas, el turismo comprende las actividades que realizan las personas (turistas) durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, por negocios y otros motivos.

Turista

Es aquella persona que se traslada de su domicilio habitual a otro punto geográfico, estando ausente de su lugar de residencia habitual más de 24 horas y realizando pernoctación en el otro punto geográfico. Lo que diferencia a un turista de un viajero es que el motivo por el cual se desplaza el turista no responde a una actividad remunerada en el lugar de destino, y lo que

lo diferencia de un visitante es que el turista pernocta en el lugar de destino.

Variable auxiliar

En dinámica de sistemas, variable que representa el resultado de un proceso o bien el paso intermedio en el cálculo de una variable de flujo.

Variable de flujo

Variable que representa el cambio que sufre una determinada magnitud por unidad de tiempo. En los modelos de dinámica de sistemas a cada variable de nivel se le asocia una o varias variables de flujo.

Variable de nivel

Variable que corresponde a un proceso de acumulación en la dinámica de un sistema y cuya magnitud representa un estado en un tiempo determinado. El proceso de acumulación se realiza mediante las variables de flujo.

Vensim

Programa informático desarrollado por la empresa Ventana Systems, Inc. que permite crear modelos de dinámica de sistemas y simular su comportamiento utilizando como lenguaje de simulación la nomenclatura de Forrester.

RESUMEN

Como una alternativa al diseño de modelos y posterior simulación, la dinámica de sistemas, como metodología, provee herramientas útiles que ayudan a capturar la realidad combinando la descripción verbal y matemática del problema que se quiere resolver en diagramas.

Problemas como la planificación urbanística, propagación de plagas, crecimiento de poblaciones o el desarrollo de la industria turística –tema central del presente trabajo– pueden ser abordados utilizando la metodología de Dinámica de Sistemas mediante la cual se establece una relación entre el sistema de crecimiento de población, el sistema de afluencia turística y el sistema de oferta y demanda del sector hotelero.

Una vez construido el modelo y validado en relación a la información estadística correspondiente a los años 2007 y 2008 en la República de Guatemala, se evalúa la tendencia de cada variable involucrada en el modelo para crear varios escenarios e identificar políticas que permitan sobreponerse al destino turístico de una epidemia o una crisis financiera en el sector turístico hotelero y al mismo tiempo maximizar la oferta y demanda de habitaciones con fines turísticos.

OBJETIVOS

- **General**

Aplicar la metodología de Dinámica de Sistemas para crear un modelo de comportamiento turístico que considere la influencia entre la afluencia turística como generador de demanda, y la población residente del destino turístico como generador de oferta en el sector hotelero.

- **Específicos**

1. Comprender la estructura y comportamiento de los sistemas de primer orden y sistemas complejos, según la teoría de Dinámica de Sistemas.
2. Establecer la relación entre la afluencia turística, la población residente así como la oferta y demanda en el sector hotelero del destino turístico analizado.
3. Crear un modelo de comportamiento turístico, aplicando la metodología de Dinámica de Sistemas, siguiendo las etapas del proceso de modelización para su desarrollo.
4. Determinar la validez del modelo diseñado comparándolo con datos estadístico.
5. Crear escenarios para definir políticas que mejoren las condiciones de oferta y demanda del sector turístico hotelero.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los problemas que acontecen hoy en día suelen ser consecuencia de otros o bien producir un efecto y crear nuevos problemas. Por tanto, cuando la complejidad aumenta se hace necesario analizar minuciosamente la raíz del problema, descomponiéndolo en partes más pequeñas de acuerdo con la Teoría General de Sistemas hasta encontrar la causa, y así proceder a resolverlo.

Esta tarea no es fácil, por lo que se requiere la utilización de técnicas especializadas o alguna metodología que ayude a comprender al sistema como un conjunto de partes en interacción.

Guatemala es un país que posee bastantes riquezas naturales y culturales, lo cual lo hace atractivo a turistas, dando paso a un potencial crecimiento en la industria turística. Dicho crecimiento es analizado utilizando como metodología la Dinámica de Sistemas con el objetivo de diseñar un modelo del comportamiento turístico, al analizar el crecimiento poblacional en el destino turístico, el cual provee la creación de instalaciones habitacionales y la afluencia turística, y genera la demanda de ocupación habitacional, estableciendo un equilibrio entre oferta y demanda hotelera.

Una vez validado el modelo de acuerdo con la información estadística obtenida previamente se procede a crear escenarios que permitan ampliar la visión sobre el comportamiento del sistema, y utilizar los resultados de la simulación del modelo como un apoyo para la creación de políticas encaminadas a desarrollar eficientemente el sector turístico hotelero.

1. DINÁMICA DE SISTEMAS

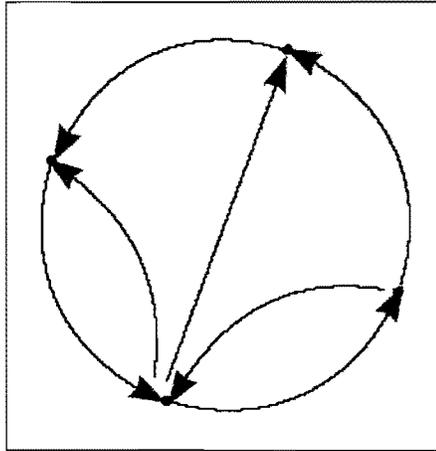
Según el enfoque de la Teoría General de Sistemas, para abordar un problema complejo, entender su comportamiento y estimar cómo lo hará en el futuro, es necesario analizar las partes que lo componen y determinar las relaciones que existen entre ellos. Para llevar a cabo este proceso de abstracción existe una metodología llamada Dinámica de Sistemas, a partir de la cual se obtiene un modelo que representa la realidad del problema y permite analizar su estructura y comportamiento.

1.1 Conceptos generales

Un modelo es una abstracción de la realidad que captura la esencia fundamental del sistema, con el detalle suficiente como para que pueda utilizarse en la investigación y experimentación en lugar del sistema real, con menos riesgo, tiempo y coste [1].

Prácticamente, todo lo que está alrededor puede ser considerado un sistema; algunos son parte de otros más grandes, que a su vez son parte de otros mayores. Existen dos cualidades que poseen los sistemas: su estructura y su comportamiento. La estructura de un sistema se considera una forma de representar sus partes y las interacciones que ocurren entre éstos. Para ello se utiliza un diagrama como el que se muestra en la figura 1.

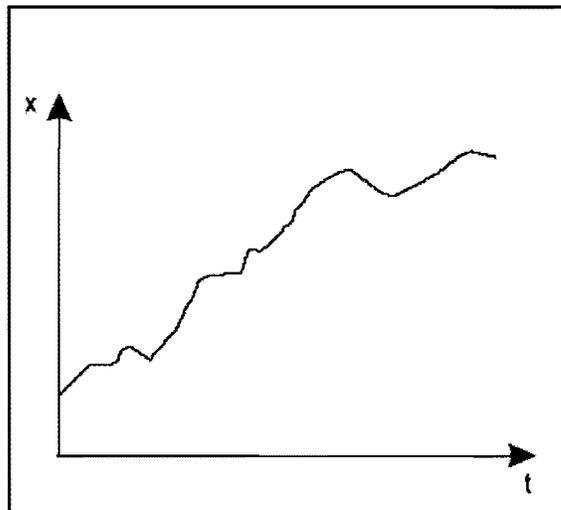
Figura1. Estructura de un sistema



Fuente: Javier Arácil. **Dinámica de Sistemas. Pág. 10**

El comportamiento de un sistema puede describirse mediante una gráfica espacio-tiempo como el de la figura 2.

Figura 2. Comportamiento de un sistema



Fuente: Javier Arácil. **Dinámica de Sistemas. Pág. 10**

1.2 Metodología sistémica

Un sistema es una unidad compuesta por un conjunto de partes, que interactúan y se afectan entre sí, bajo una meta común. Esta particularidad de los sistemas, de que cada una de sus partes afecta a las demás en mayor o menor grado, exige una metodología que involucre tanto el estudio de las partes de un sistema, como de la integración que se produce entre éstas. La metodología sistémica resuelve este problema, ya que realiza un análisis y una síntesis del sistema para conocerlo a fondo.

2. ESTRUCTURA ELEMENTAL DE SISTEMAS

Existen tres formas de poder escribir un modelo para que sea comprendido por alguien más.

- Verbal
- Matemática
- Gráfica

Un modelo verbal se describe mediante palabras que hagan alusión a los componentes y al funcionamiento de un modelo dado. Es la forma más común de explicar un modelo, ya que no necesita ningún otro lenguaje especial para entenderlo.

Un modelo matemático, utiliza las matemáticas como herramienta para explicar un fenómeno, sus partes y predecir su comportamiento. Por lo tanto, los modelos matemáticos son utilizados para explicar formalmente un modelo.

Un modelo gráfico es aquel que explica el comportamiento de un fenómeno mediante diagramas, utilizando en parte descripciones verbales y matemáticas. De esta forma con un modelo gráfico se puede crear un nexo entre el autor y su audiencia, así como entre los modelos matemáticos y verbales.

2.1 Lenguaje para la descripción de sistemas

La dinámica de sistemas utiliza diagramas causales para describir un modelo. Un diagrama causal se basa en la relación causa-efecto de dos elementos. Se tomará como ejemplo la relación que existe entre la gravedad y la atracción que ejerce sobre los cuerpos. Primero se identifica el par de variables que conforman la relación de causa y su correspondiente efecto. La variable clave sería en este caso “gravedad” y su efecto sobre los cuerpos ocasiona lo que se llama comúnmente “peso”.

GRAVEDAD \longrightarrow PESO

De este modo se interpreta también la flecha como “afecta o influye”, de esta manera se leerá el ejemplo como “la GRAVEDAD influye en el PESO de los cuerpos”. Cabe aclarar que en la proposición hecha mediante el diagrama de flujos causales va implícita la declaración “mientras que todo lo demás sigue igual”.

El siguiente paso al establecer la relación causal es agregar un signo al final de la flecha, que indica si afecta positiva o negativamente a la variable de efecto. Algunos otros ejemplos pueden ser:

- Un aumento en el hábito de la lectura ocasiona un mayor conocimiento del lector. LECTURA \longrightarrow (+) CONOCIMIENTO
- Un aumento en la población de leones ocasiona una disminución en la población de cebras. POBLACIÓN DE LEONES \longrightarrow (-) POBLACIÓN DE CEBRAS
- Un aumento del Producto Interno Bruto de un país ocasiona una reducción de la pobreza. PIB \longrightarrow (-) POBREZA

Puede darse el caso de que exista una cadena de variables entrelazadas mediante relación causal. Si el efecto de alguna de estas variables llega a sí misma a través de la cadena de variables, se dice que se ha formado un bucle de realimentación.

En un bucle de realimentación, las variables que lo forman pueden ser de tres tipos:

- Variables de nivel
- Variables de flujo
- Variables auxiliares

Las variables de nivel son las más importantes en una relación causal, ya que determinan una magnitud cuya evolución es especialmente significativa. A estas variables se les asocian variables de flujo que son las que afectan directamente a las variables de nivel, y por último están las variables auxiliares que conforman un paso intermedio para la determinación de las variables de flujo, a partir de las variables de nivel.

3. BUCLES DE REALIMENTACIÓN

Un bucle de realimentación consiste en una cadena de variables relacionadas entre sí, de tal manera que cuando una variable A tiene un efecto sobre una variable B, este efecto se transmite a lo largo de toda la cadena hasta llegar nuevamente a A.

3.1 De primer orden

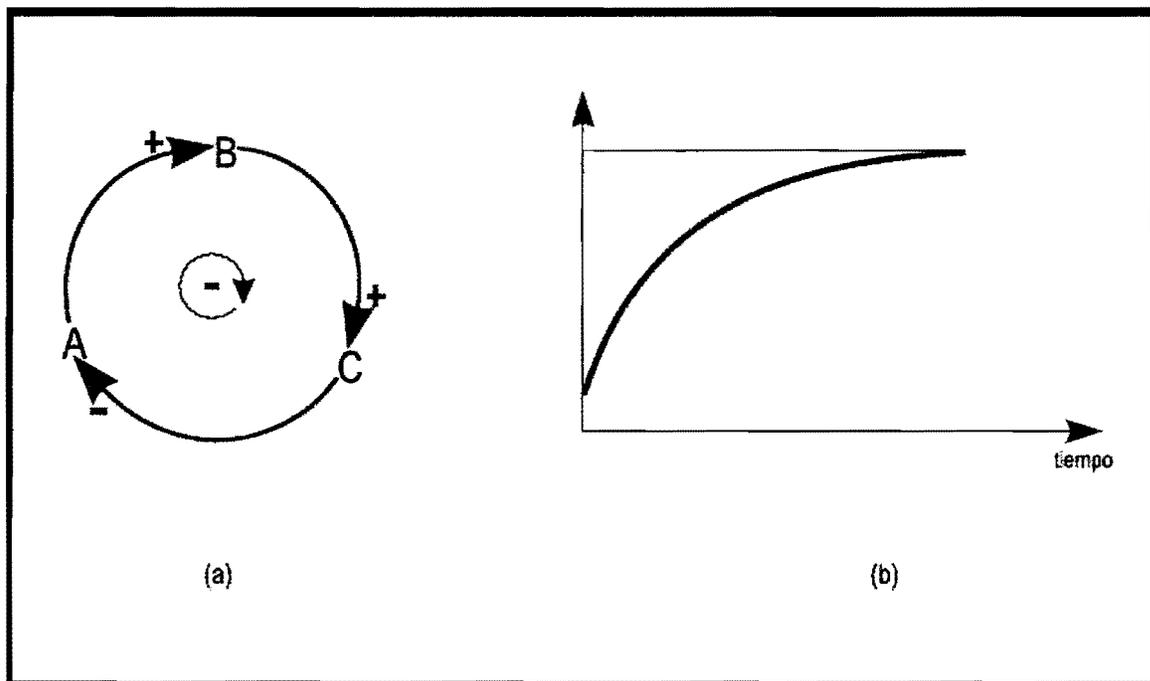
Se consideran de “Primer Orden” todos aquellos bucles donde en la cadena de variables relacionadas existe únicamente una variable de nivel. El resto serán variables de flujo o auxiliares. Según su comportamiento los bucles de realimentación pueden ser negativos o positivos.

3.1.1 Bucle de realimentación negativo

En el caso de un bucle de realimentación negativo, el efecto que ejerce una variable sobre el bucle regresa a sí misma en forma inversa. Es decir que si la variable A ejerce una influencia positiva sobre una variable B, este efecto recorrerá el bucle hasta llegar nuevamente a A ocasionándole un efecto negativo.

Un bucle de realimentación negativa tiende a estabilizar el comportamiento de un sistema a lo largo del tiempo. Este tipo de sistemas se pueden apreciar en aparatos como reguladores de presión y de temperatura, por lo que muchos diseñadores e ingenieros los utilizan para adecuarlos a sus proyectos cuando desean regular algún proceso.

Figura 3. (a) Estructura de un bucle de realimentación negativa y (b) su comportamiento



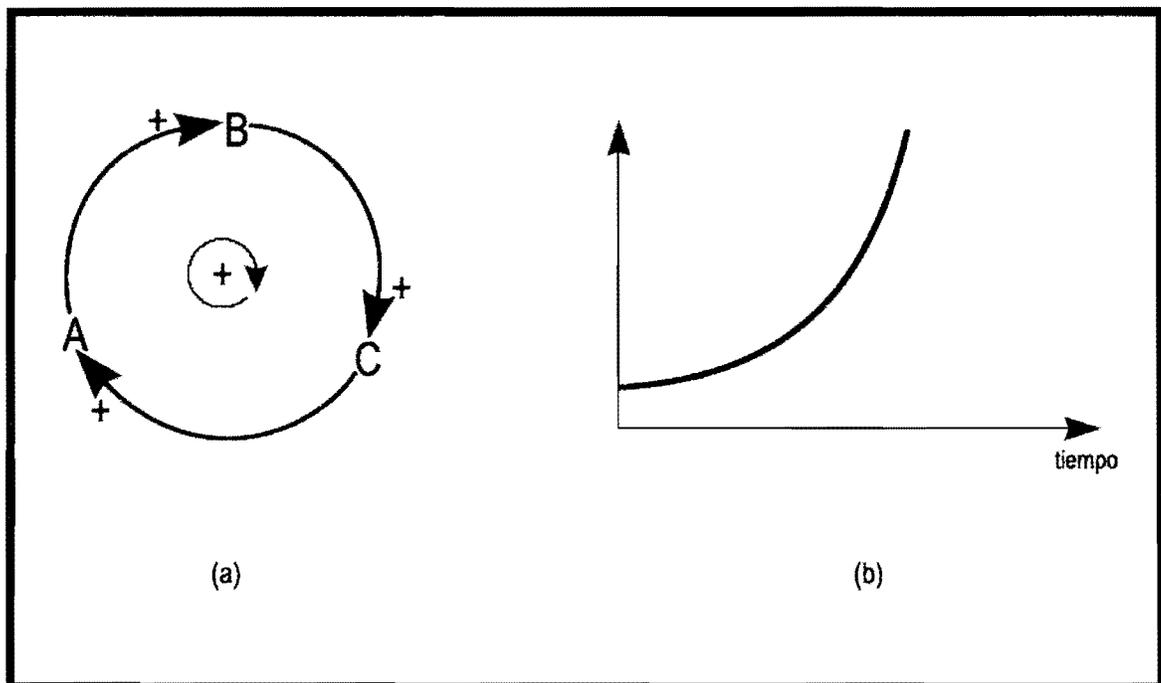
Fuente: Javier Arácil. **Dinámica de Sistemas. Pág. 24**

3.1.2 Bucle de realimentación positivo

Consiste en un proceso mediante el cual la variable A produce un efecto sobre alguna de las variables del sistema y este efecto llega nuevamente a A, el cual vuelve a propagarse en el sistema provocando a lo largo del tiempo un crecimiento exponencial.

Este tipo de sistemas se encuentran, por ejemplo, cuando una enfermedad se propaga en una población, y conforme aumente el número de personas infectadas aumenta también la tasa de contagios, y el número de infecciones se incrementa en forma exponencial, hasta llegar a ser una epidemia.

Figura 4. (a) Estructura de un bucle de realimentación positivo y (b) su comportamiento



Fuente: Javier Arávil. **Dinámica de Sistemas**. Pág. 26

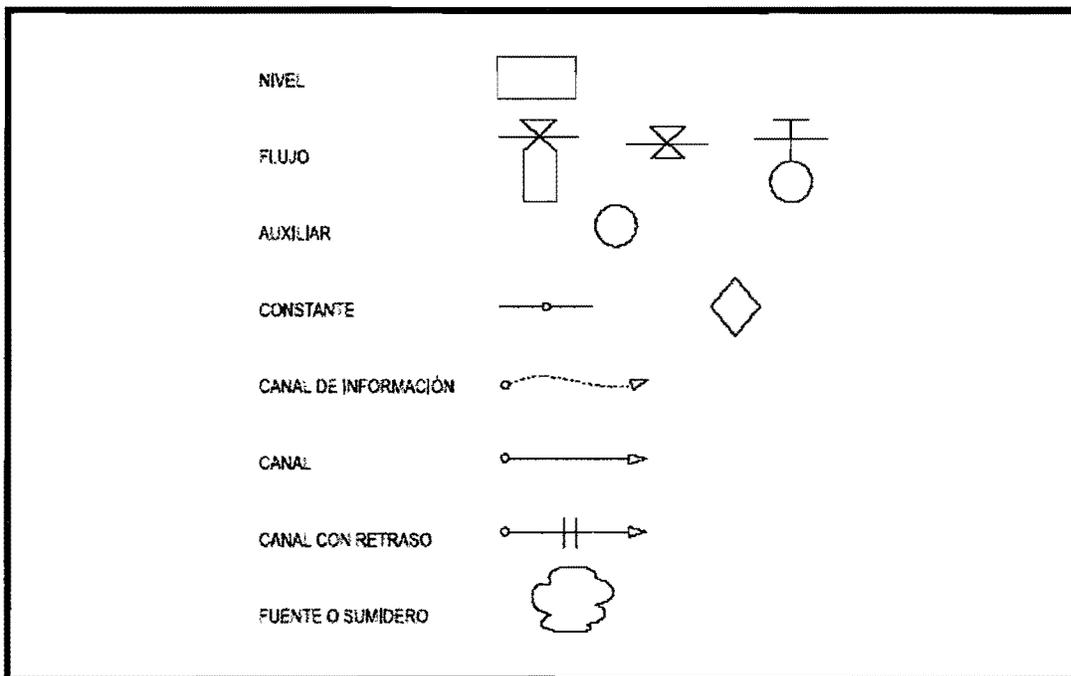
En general se concluye que los sistemas de retroalimentación negativa tienden a estabilizar un sistema, mientras que los sistemas de retroalimentación positivos tienden a desestabilizar el sistema amplificando exponencialmente las perturbaciones que se producen en él.

3.2 Diagramas de Forrester

Los diagramas de Forrester consisten en un conjunto de figuras que representan las distintas variables que forman parte de un sistema. Muchos lenguajes de simulación incluyen en su entorno gráfico un editor de diagramas de Forrester para describir los sistemas directamente en el ordenador.

La siguiente figura muestra las figuras representativas de las variables con las cuales se puede describir un sistema.

Figura 5. Símbolos utilizados para describir los elementos de un sistema en un Diagrama de Forrester



Fuente: Javier Arácil. *Dinámica de Sistemas*. Pág. 45

La estructura de un sistema de primer orden trasladada a un diagrama de Forrester se puede apreciar en las figuras 6 y 7, que corresponden a sistemas con realimentación negativa y positiva. Este patrón no debe ser el mismo precisamente en todos los sistemas mencionados anteriormente, ya que puede haber otras variables y constantes que afecten a las variables principales del modelo, pero su base debería parecerse a éstas.

Figura 6. Diagrama de Forrester para un sistema de primer orden con realimentación negativa

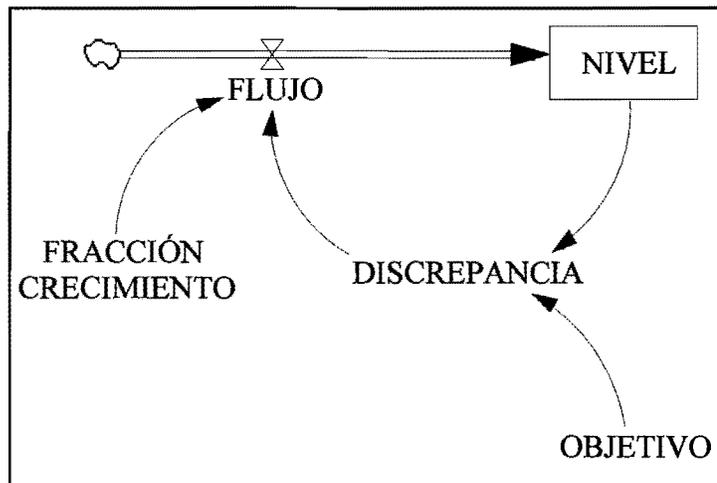
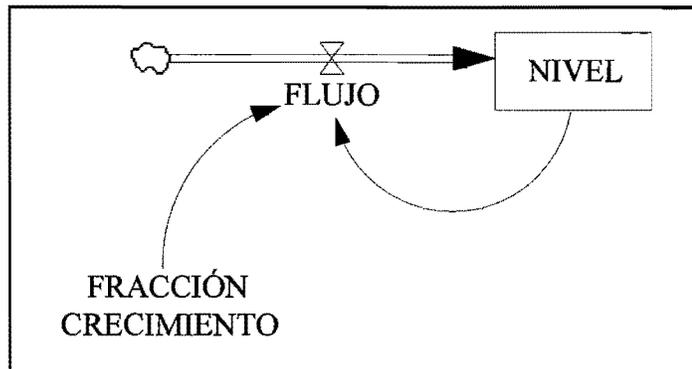


Figura 7. Diagrama de Forrester para un sistema de primer orden con realimentación positiva



3.3 Ejemplos de Aplicación

3.3.1 Modelo de un sistema regulador de temperatura

Suponga que se quiere hervir un recipiente con agua, esto quiere decir que se pretende aumentar la temperatura del agua a 100° C. Para ello se utilizará una hornilla de estufa, la cual irá graduándose su potencia hasta que el agua haya alcanzado la temperatura deseada. Se construirá primero el diagrama de ciclos causales y luego se trasladará este modelo a un diagrama de Forrester.

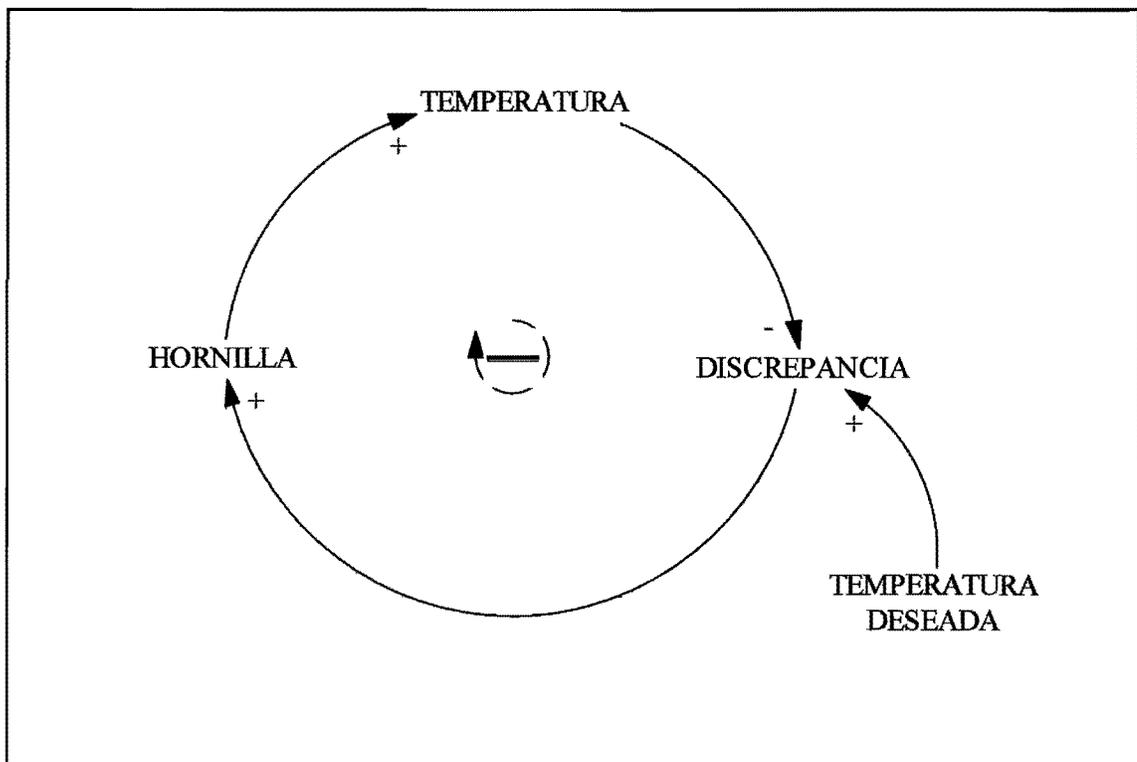
El diagrama influencias posee las siguientes variables:

Tabla I. Definición de variables del modelo regulador de temperatura

Variable	Tipo	Descripción	Unidad de Medida
Temperatura	Nivel	Determina la temperatura que estamos midiendo en el tiempo.	°C
Discrepancia	Auxiliar	Determina la diferencia entre la temperatura actual y la temperatura deseada.	°C
Temperatura deseada	Auxiliar	Determina el objetivo que deseamos alcanzar con la temperatura que estamos midiendo.	°C
Hornilla	Flujo	Determina la cantidad de grados en que aumenta la temperatura en el tiempo.	°C / dt

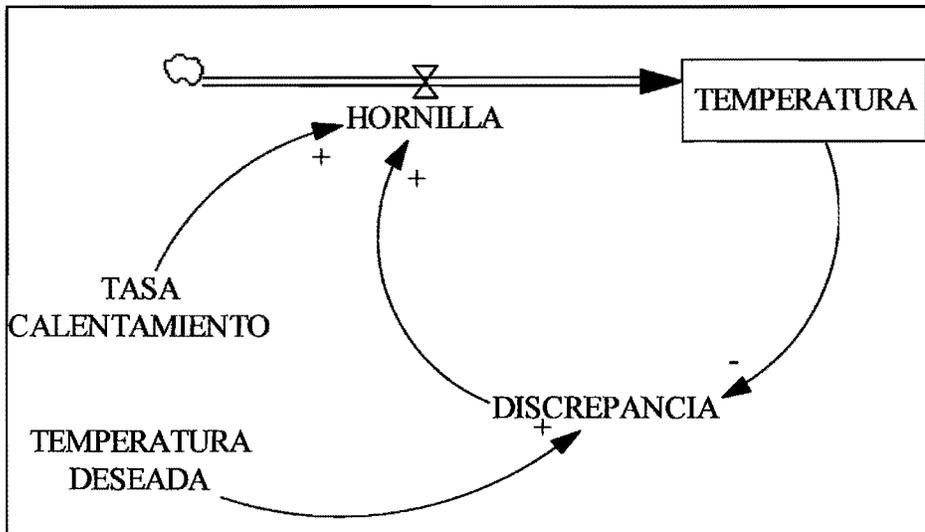
A continuación se diseña el diagrama de influencias estableciendo las relaciones entre las variables.

Figura 8. Diagrama de Influencias para un sistema regulador de temperatura



Ahora se trasladarán las variables del sistema a un diagrama de Forrester.

Figura 9. Diagrama de Forrester del sistema regulador de temperatura



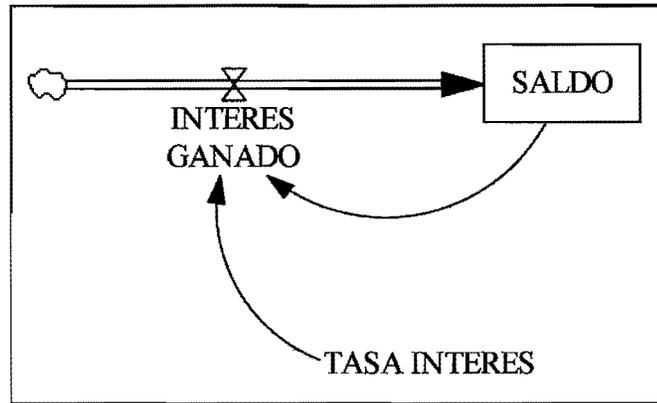
La variable TEMPERATURA DESEADA es una constante en el modelo, mientras que la variable TASA DE CALENTAMIENTO, que afecta directamente a la variable de flujo HORNILLA será una constante que deberá proporcionar algún especialista en temperatura desde un punto de vista físico y matemático.

3.3.2 Modelo de un sistema bancario saldo–interés

El siguiente ejemplo muestra la relación entre el saldo de una cuenta bancaria y el interés que genera. El **saldo en el banco** es el nivel y el **interés ganado** es el flujo de entrada al nivel. La cantidad de interés ganado cada año es igual a una fracción de incremento (**tasa de interés**) del saldo en la cuenta.

$$\text{El interés ganado} = \text{saldo en el banco} * \text{tasa de interés.}$$

Figura 10. Diagrama de Forrester para el sistema bancario saldo-interés

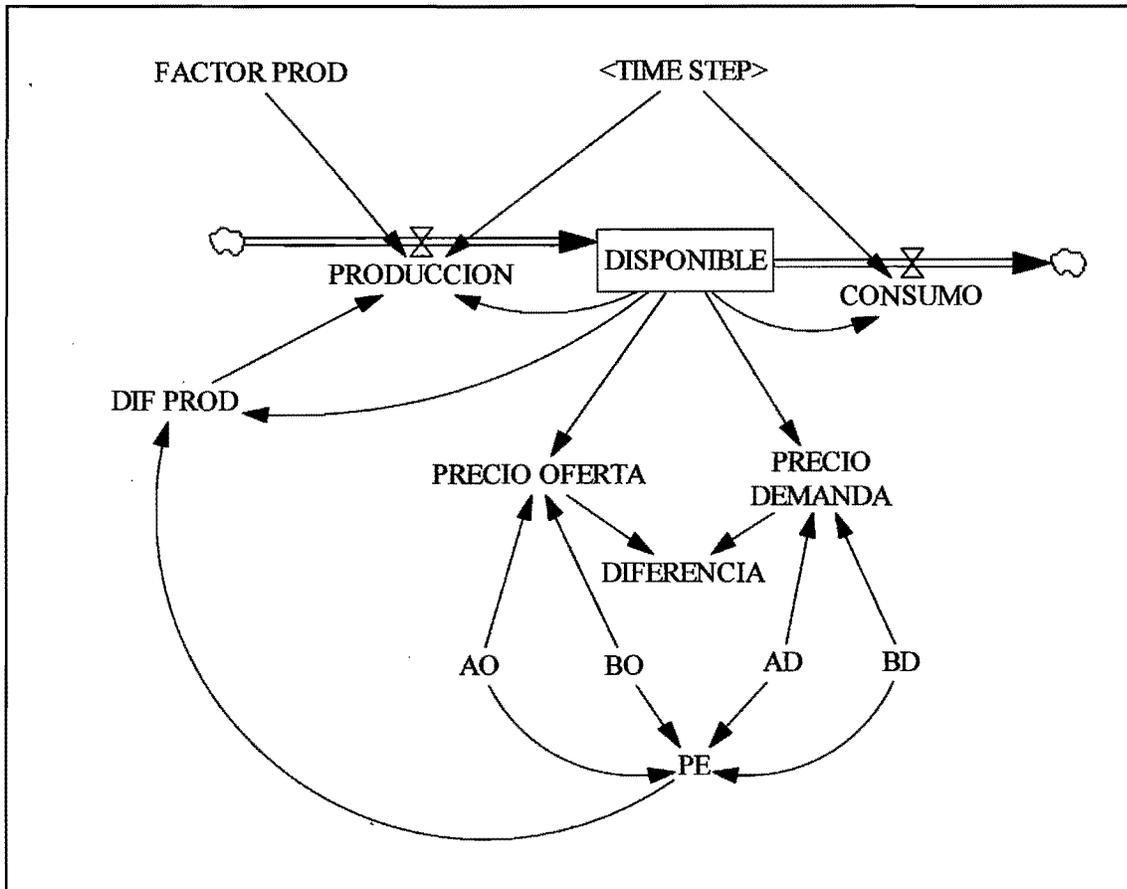


3.3.3 Modelo económico de oferta y demanda

Se ha descrito la estructura de algunos sistemas por medio de su diagrama de influencias, y también su comportamiento usando diagramas de Forrester. Ahora se verá el comportamiento de un sistema económico y su posterior análisis de los resultados que genera. Se realizará la simulación del comportamiento económico de un producto X sujeto a las fuerzas del mercado (oferta y demanda)¹ en el cual el producto X corresponde a la producción de trigo, medida en millones de quintales.

1. Los valores de los coeficientes que conforman la fórmula para calcular la curva de la oferta y la demanda fueron tomados de un ejemplo que explica el comportamiento microeconómico. Fuente: Norris C. Clement y John C. Pool. **Economía Enfoque América Latina**. 4ª ed.; México p. 169-176

Figura 11. Diagrama de Forrester para el sistema de oferta y demanda



3.3.3.1 Consideraciones del modelo

1. La variable TIME STEP utilizada en el modelo representa al diferencial de tiempo dt y es utilizada como divisor en algunas variables de flujo para compensar el diferencial de tiempo que lleva implícito cada variable de nivel asociada a ellas. De otra manera este diferencial de tiempo tendría que expresarse como parte de las unidades de medida de alguna otra variable asociada a los flujos volviéndolos menos comprensibles al momento de interpretarlos.

3.3.3.2 Definición de variables

Tabla II. Definición de variables del modelo de oferta y demanda

Variable	Tipo	Descripción	Unidad de Medida	Ecuación	Valor inicial
Disponible	Nivel	Muestra la cantidad disponible de producto que se encuentra en el mercado a lo largo del tiempo.	prod	producción - consumo	0
Producción	Flujo	Muestra la velocidad a la que se produce determinado producto.	prod/mes	(Dif. prod.) X (factor prod) + disponible / dt	
Consumo	Flujo	Muestra la velocidad de consumo de producto disponible.	prod/mes	Disponible / dt	
Dif. Prod.	Auxiliar	Muestra la diferencia entre la cantidad de producto que debería de haber en el mercado (PE) y el producto disponible actual.	prod	Pe - disponible	
Factor Prod.	Auxiliar	Muestra la velocidad a la que la producción responde a los cambios en relación al producto disponible sometido a las fuerzas de oferta y demanda.	1/mes	-	0.5
Precio Oferta	Auxiliar	Muestra el precio establecido según la fórmula de la oferta (A0 y B0) en relación	Q. /prod	(Disponible) x A0 + B0	

		a la cantidad de producto disponible en el mercado.			
Precio Demanda	Auxiliar	Muestra el precio establecido según la fórmula de la demanda (AD y BD) en relación a la cantidad de producto disponible en el mercado.	Q. /prod	(Disponible) x AD + BD	
Diferencia	Auxiliar	Diferencia entre el precio de oferta y demanda.	Q. /prod	(Precio demanda) – (precio oferta)	
AO	Auxiliar	Coefficiente que determina el grado de crecimiento de la curva de la oferta.	Q. /prod/prod	-	0.1
BO	Auxiliar	Constante que modifica el grado de crecimiento de la curva de la oferta.	Q. /prod	-	0
AD	Auxiliar	Coefficiente que determina el grado de crecimiento de la curva de la demanda.	Q. /prod/prod	-	-0.1
BD	Auxiliar	Constante que modifica el grado de crecimiento de la curva de la demanda.	Q. /prod	-	8
PE	Auxiliar	Punto de equilibrio del mercado, es decir es la cantidad de producto al cual los consumidores pueden	prod	(BD-BO)/(AO-AD)	-

		pagarlo al precio más bajo y al cual los productores están dispuestos a producirlos a su precio más alto, de manera que satisface tanto a productores como a consumidores.			
--	--	--	--	--	--

El resto de variables obtienen su valor a partir de éstos. Por ejemplo: **PE** obtiene su valor de la intersección entre las gráficas de las ecuaciones para la curva de la oferta y la demanda. Este valor es de 40.

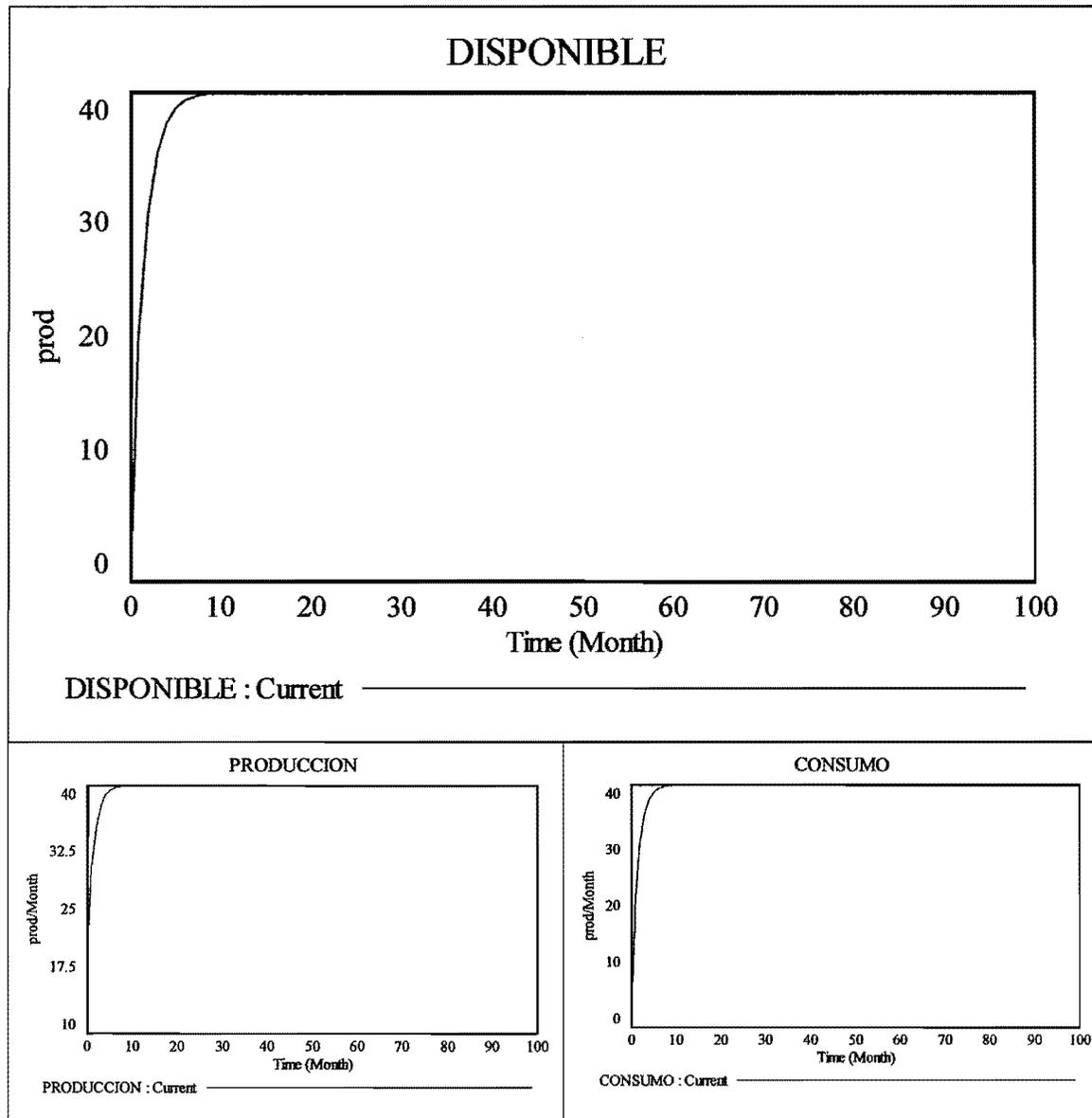
La variable **PRECIO OFERTA** obtiene su valor de aplicar la fórmula $A0$ (DISPONIBLE)+ BO cuya representación gráfica muestra un crecimiento lineal ascendente.

La variable **PRECIO DEMANDA** obtiene su valor de aplicar la fórmula AD (DISPONIBLE)+ BD cuya representación gráfica muestra un crecimiento lineal descendente.

3.3.3.3 Evaluación de resultados

Se obtiene la siguiente gráfica para las variables **DISPONIBLE** y **PRODUCCIÓN**, en las cuales se ve un crecimiento del producto disponible y una disminución de la producción en el tiempo.

Tabla III. Comportamiento del modelo de oferta y demanda



Al ejecutar el modelo también se ve que la cantidad de producto disponible en el mercado se estabiliza en 40 unidades, que es el punto en el cual tanto productores como consumidores satisfacen sus necesidades de producir y comprar al mejor precio. Dicho valor se calcula a partir de la intersección entre la curva de la oferta y la demanda, expresado por medio de la variable PE.

Tabla IV. Resultados de la simulación del modelo de oferta y demanda

Tiempo (en años)	PRECIO		DIFERENCIA	PRECIO DEMANDA
	DISPONIBLE	OFERTA		
0	0.000	0.000	8.000	8.000
1	20.000	2.000	4.000	6.000
2	30.000	3.000	2.000	5.000
3	35.000	3.500	1.000	4.500
4	37.500	3.750	0.500	4.250
5	38.750	3.875	0.250	4.125
6	39.375	3.938	0.125	4.063
7	39.688	3.969	0.063	4.031
8	39.844	3.984	0.031	4.016
9	39.922	3.992	0.016	4.008
10	39.961	3.996	0.008	4.004
11	39.980	3.998	0.004	4.002
12	39.990	3.999	0.002	4.001
13	39.995	4.000	0.001	4.000
14	39.998	4.000	0.000	4.000
15	39.999	4.000	0.000	4.000
16	39.999	4.000	0.000	4.000
17	40.000	4.000	0.000	4.000
18	40.000	4.000	0.000	4.000
19	40.000	4.000	0.000	4.000
20	40.000	4.000	0.000	4.000

Si se modifican los valores de los coeficientes AO, BO, AD o BD de manera que representen un cambio en la oferta o la demanda se obtendrá el comportamiento explicado en la teoría microeconómica. Por tanto se ha comprobado que el modelo propuesto aquí simula el comportamiento microeconómico de oferta y demanda.

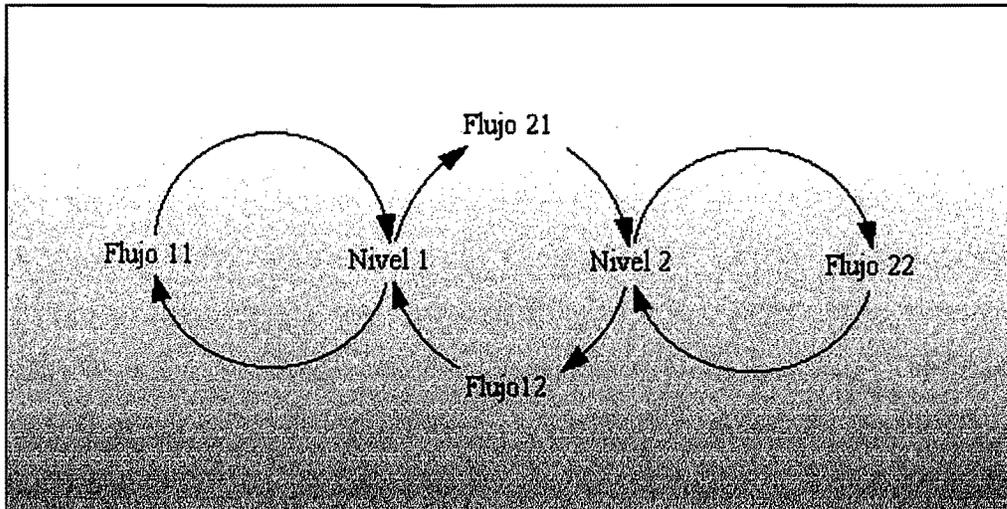
4. SISTEMAS COMPLEJOS

Según Aracil [2] “Los bucles de realimentación positiva y negativa constituyen los ejemplos más simples de estructura de un sistema capaces de generar comportamiento de forma autónoma. Sin embargo, en los sistemas con los que habitualmente se cuenta no es frecuente que admitan una descripción en la que aparezca exclusivamente una de esas estructuras. Por el contrario, lo habitual es que se cuente con sistemas complejos en los que coexistan múltiples bucles de realimentación, tanto positivos como negativos. En tal caso el comportamiento resultante dependerá de cuáles de los bucles sean dominantes en cada momento”.

4.1 De orden superior

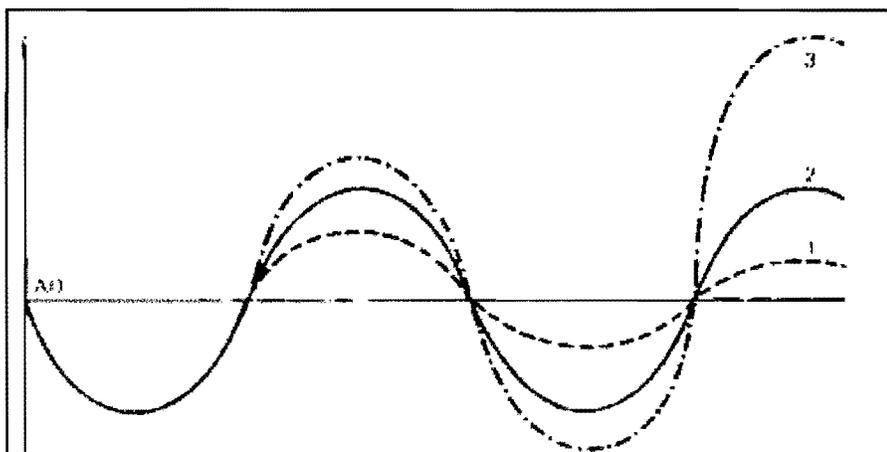
Los sistemas dinámicos de orden superior cuentan con al menos dos variables de nivel en su estructura, éstas variables se encuentran relacionadas por medio de un único bucle que relaciona a todas, o pueden ser el enlace hacia otros bucles. En la figura 11 se aprecia un sistema compuesto por tres bucles de realimentación, enlazados por dos variables de nivel. El bucle principal conecta a los dos niveles, mientras los secundarios conectan a un nivel consigo mismo.

Figura 12. Diagrama de influencias de un sistema de segundo orden



El comportamiento que muestran estos sistemas no es asintótico o exponencial como era en el caso de los sistemas de primer orden, más bien presentan una variación oscilante a lo largo del tiempo, como consecuencia de la presencia de las variables de nivel que ocasionan retrasos en los efectos provocados a las demás variables a lo largo de la cadena, y a la interacción de varios bucles de realimentación.

Figura 13. Comportamiento de un sistema de segundo orden



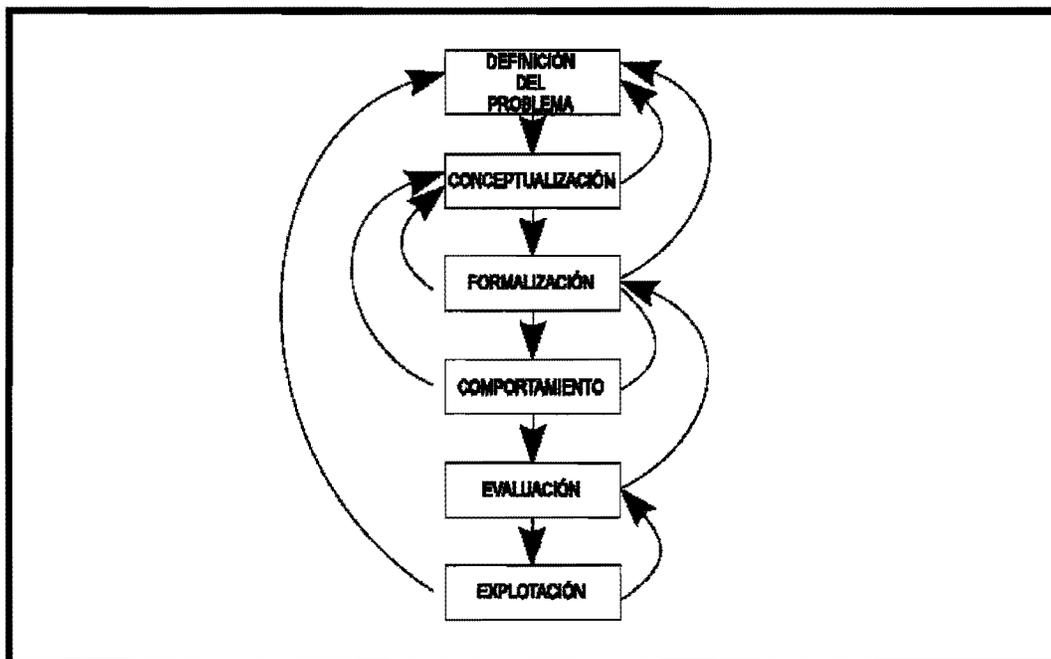
5. METODOLOGÍA

Se propone la utilización de Dinámica de Sistemas como método para crear un modelo que represente el comportamiento turístico, siguiendo las etapas que conlleva la creación de un modelo de simulación.

5.1 Etapas del proceso de modelización

Para la construcción del modelo se utilizará el proceso de modelización por etapas cuya secuencia está definida en la figura 14.

Figura 14. Etapas del proceso de modelización.



Fuente: Javier Arácil. Dinámica de Sistemas. Pág. 60

Cabe mencionar que además de la secuencia de los bloques que representan las fases, de arriba a abajo, se muestran flechas que indican vueltas hacia atrás del proceso de modelado. Se quiere con ello indicar que el proceso de modelado no consiste en recorrer secuencialmente y por orden correlativo estas fases, sino que con frecuencia, al completar alguna de ellas, se debe volver hacia atrás, a una fase anterior, para reconsiderar algunos supuestos que hasta entonces se habían considerado válidos. El proceso de modelado es un proceso iterativo mediante el cual se combinan los distintos elementos conceptuales y operativos que suministra la dinámica de sistemas, para alcanzar como resultado final un modelo aceptable del proceso que se está estudiando. En este sentido, se dice que el proceso de modelado tiene más de arte que de ciencia, y en él, el modelista juega un papel esencial.

6. CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE COMPORTAMIENTO TURÍSTICO

Se procederá a desarrollar cada una de las etapas del proceso de modelización para obtener un modelo de comportamiento turístico, utilizando la metodología de Dinámica de Sistemas.

6.1 Definición del problema

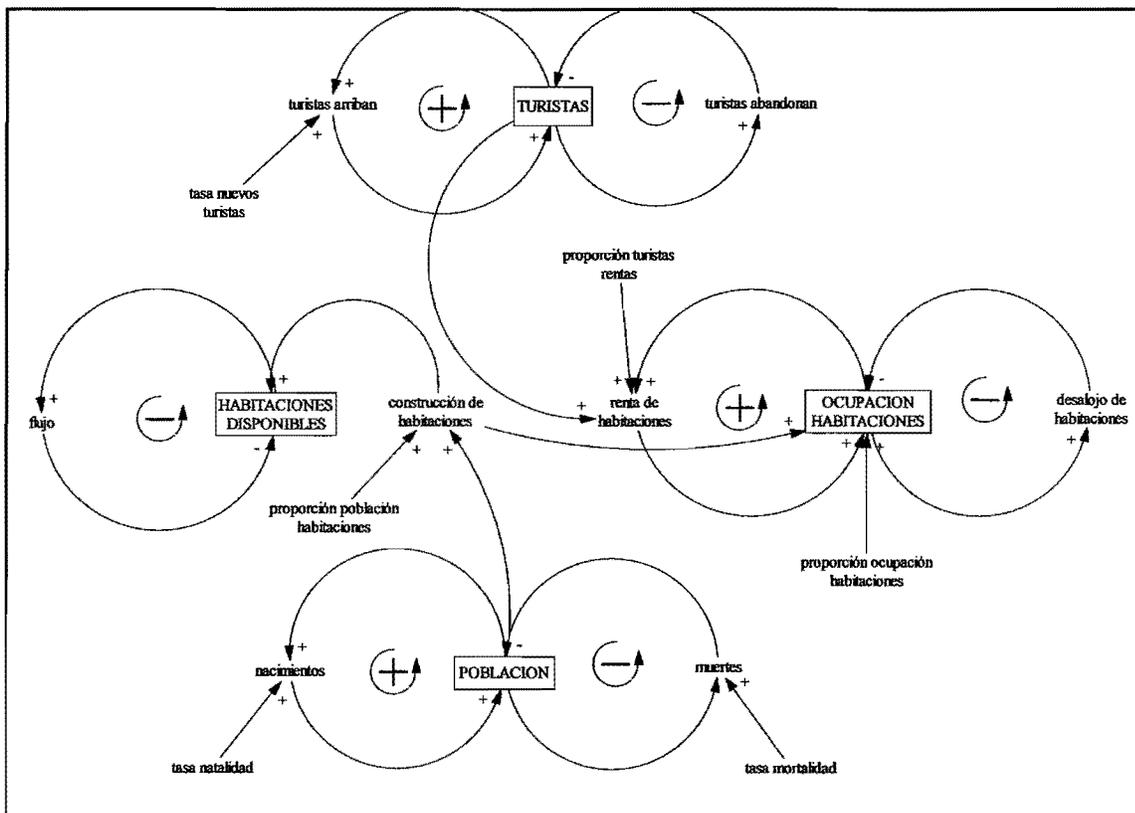
En esta primera fase se trata de definir claramente el problema y de establecer si es adecuado para ser descrito con las herramientas de dinámica de sistemas planteadas en el presente trabajo. Para ello el problema debe ser susceptible de ser analizado en elementos componentes, los cuales llevan asociadas magnitudes cuya variación a lo largo del tiempo se pretende estudiar.

El problema fundamental que se pretende abordar en el presente trabajo es encontrar los valores cuantificables de los factores que intervienen en el turismo que favorezcan de la mejor manera posible la afluencia turística, la cual incrementará la demanda de ocupación habitacional, tomando en cuenta el crecimiento demográfico del sector que provee la oferta habitacional, creando la infraestructura necesaria para albergar a los turistas.

6.2 Conceptualización del sistema

Una vez asumida, en la fase anterior, la adecuación del lenguaje sistémico elemental para estudiar el problema, en esta segunda fase se trata de acometer dicho estudio, definiendo los distintos elementos que integran la descripción, así como las influencias que se producen entre ellos. El resultado de esta fase es el establecimiento del diagrama de influencias del sistema.

Figura 15. Diagrama de influencias del modelo de comportamiento turístico



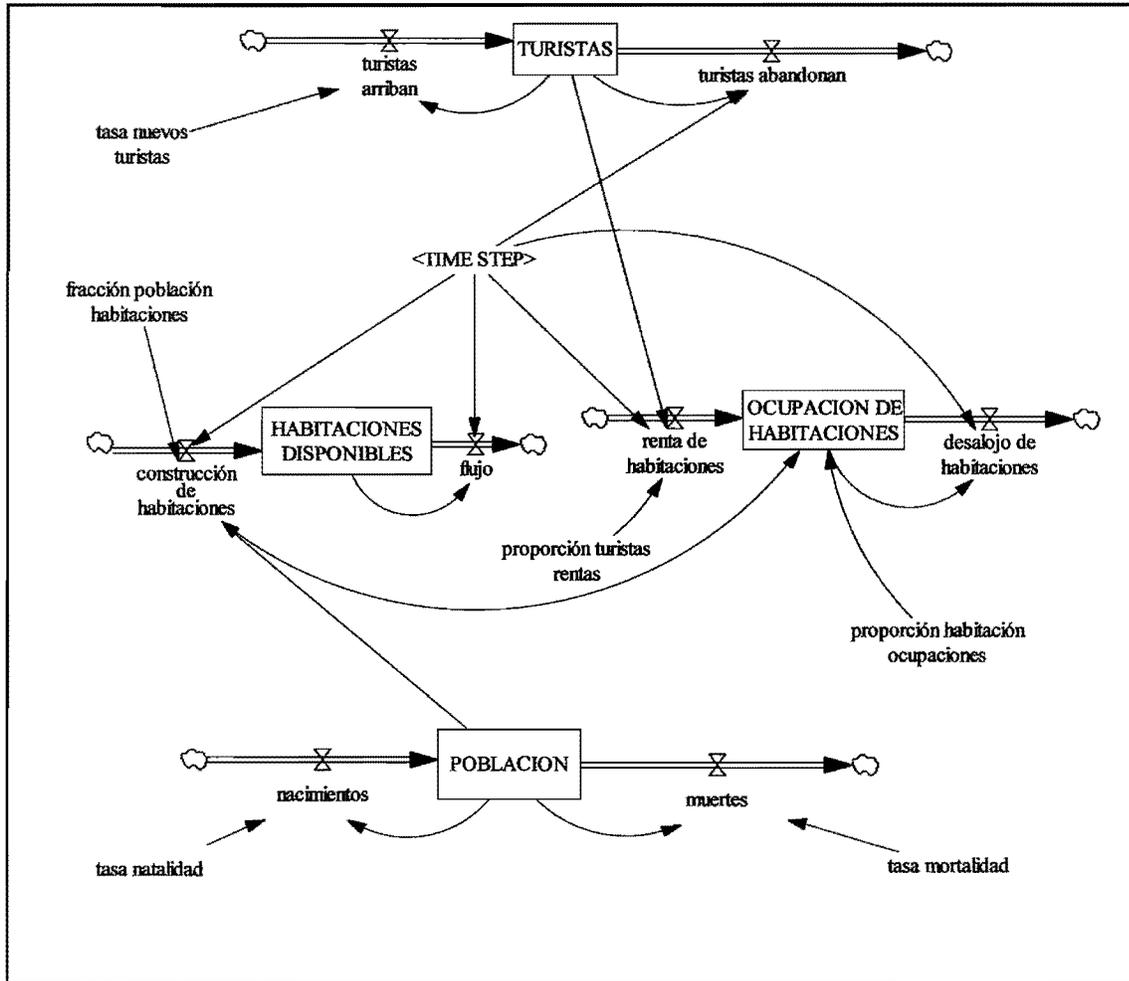
6.3 Formalización del modelo

En esta fase se pretende convertir el diagrama de influencias, alcanzado en la anterior, en el de Forrester. A partir de este diagrama se pueden escribir las ecuaciones del modelo (algunos entornos informáticos permiten hacerlo directamente). Al final de la fase se dispone de un modelo del sistema programado en un computador.

Se trasladará entonces el modelo definido como un diagrama de influencias a un diagrama de Forrester. Para ello se convertirán todas las variables en cualquiera de los tres tipos que existen según la nomenclatura de Forrester: de nivel, de flujo y auxiliares.

Se utilizará también el *software* de simulación Vesim PLE para *Windows* cuya versión 5.7 puede ser utilizada para usos académicos sin ningún costo de licencia.

Figura 16. Diagrama de Forrester del modelo de comportamiento turístico



6.3.1 Consideraciones del modelo

1. La variable TIME STEP utilizada en el modelo representa al diferencial de tiempo dt y es utilizada como divisor en algunas variables de flujo para compensar el diferencial de tiempo que lleva implícito cada variable de nivel asociada a ellas.

De otra manera este diferencial de tiempo tendría que expresarse como parte de las unidades de medida de alguna otra variable asociada a los flujos volviéndolos menos comprensibles al momento de interpretarlos.

2. La variable de flujo asociada a HABITACIONES DISPONIBLES sirve para vaciarla en cada iteración, ya que en este caso el número total de habitaciones disponibles es expresado enteramente por la cantidad de POBLACION y su proporción respecto de las habitaciones en cada iteración y no de una manera acumulativa como ocurre normalmente con el crecimiento de una variable de nivel. Por tanto, no se detallará esta variable de flujo, dado que no es de importancia para el modelo.
3. La fecha de inicio del modelo comienza a partir del año 2007 dado que la información estadística que se consiguió por parte del INGUAT corresponde a los años 2007 y 2008 de la república de Guatemala. Con ello se consigue el objetivo de iniciar en el año 2007 y simular el comportamiento para el año 2008 y comparar este resultado con la información estadística de ese año.

6.3.2 Definición de las variables

1) Turistas

Tipo: nivel.

Descripción: esta variable determina la cantidad de turistas que se encuentran en el lugar destino en cualquier momento.

Unidad de medida: personas

Ecuación: $\text{turistas} = \text{turistas arriban} - \text{turistas abandonan}$

Valor inicial: 1, 627,551

2) Turistas arriban

Tipo: flujo.

Descripción: mide la cantidad de turistas que arriban al lugar destino cada año.

Unidad de medida: personas / año

Ecuación: $\text{turistas arriban} = \text{TURISTAS} * \text{tasa nuevos turistas}$

Valor inicial: calculado.

3) Tasa nuevos turistas

Tipo: auxiliar (constante).

Descripción: determina la tasa a la que crece la cantidad de turistas en el tiempo $(t + dt)$ en relación a la cantidad de turistas que existan en el lugar destino en el tiempo t .

Unidad de medida: 1 / año

Ecuación: no aplica.

Valor inicial: 1.054

4) Turistas abandonan

Tipo: flujo.

Descripción: mide la cantidad de turistas que abandonan el lugar destino para regresar a su lugar de origen.

Unidad de medida: personas / año

Ecuación: $\text{turistas abandonan} = \text{TURISTAS} / \text{TIME STEP}$

Valor inicial: calculado.

5) Población

Tipo: nivel.

Descripción: determina la cantidad de población que existe en el territorio en el cual se desea medir la producción de oferta habitacional.

Unidad de medida: personas

Ecuación: población = nacimientos – muertes

Valor inicial: 13, 365, 033

6) Nacimientos

Tipo: flujo.

Descripción: mide la cantidad de nacimientos que ocurren al año en el territorio analizado.

Unidad de medida: personas / año

Ecuación: nacimientos = tasa natalidad * POBLACION

Valor inicial: calculado.

7) Tasa natalidad

Tipo: auxiliar (constante).

Descripción: establece la tasa de nacimientos que existen en relación a la población.

Unidad de medida: 1 / año

Ecuación: no aplica.

Valor inicial: 0.023

8) Muertes

Tipo: flujo.

Descripción: establece la cantidad de muertes que se presentan en el territorio examinado.

Unidad de medida: personas / año

Ecuación: muertes = tasa mortalidad * POBLACION

Valor inicial: calculado.

9) Tasa mortalidad

Tipo: auxiliar (constante).

Descripción: determina la tasa a la que crecen las muertes en relación a la población.

Unidad de medida: 1/año

Ecuación: no aplica.

Valor inicial: 0.0056

10) Habitaciones disponibles

Tipo: nivel.

Descripción: establece el número de habitaciones disponibles para albergar a turistas en el territorio analizado.

Unidad de medida: habitaciones

Ecuación: habitaciones disponibles = construcción de habitaciones-flujo

Valor inicial: 42,726

11) Construcción de habitaciones:

Tipo: flujo.

Descripción: mide la cantidad de habitaciones que se construyen o acondicionan para albergar a turistas.

Unidad de medida: habitaciones / año

Ecuación: construcción de habitaciones = (POBLACIÓN / proporción población habitaciones) / TIME STEP

Valor inicial: calculado.

12) Fracción población habitaciones

Tipo: auxiliar (constante).

Descripción: determina cuántas personas en promedio deben existir entre la población total para producir una habitación con fines turísticos.

Unidad de medida: personas / habitación

Ecuación: no aplica.

Valor inicial: 305.78

13) Ocupación de habitaciones

Tipo: nivel

Descripción: establece la cantidad de habitaciones ocupadas por turistas.

Unidad de medida: habitaciones.

Ecuación: ocupación de habitaciones = IF THEN ELSE (renta de habitaciones <= construcción de habitaciones * proporción habitación ocupaciones , (renta de habitaciones - desalojo de habitaciones), construcción de habitaciones * proporción habitación ocupaciones - desalojo de habitaciones)

Valor inicial: 3, 308, 863

14) Renta de habitaciones

Tipo: flujo

Descripción: mide la demanda de habitaciones ocupadas por turistas por año.

Unidad de medida: habitaciones / año

Ecuación: renta de habitaciones = (TURISTAS * proporción turistas rentas) / TIME STEP

Valor inicial: calculado.

15) Proporción turistas rentas

Tipo: auxiliar (constante)

Descripción: indica la cantidad de habitaciones que puede llegar a ocupar un turista a lo largo del año.

Unidad de medida: habitaciones / persona

Ecuación: no aplica.

Valor inicial: 2.075

16) Desalojo de habitaciones

Tipo: flujo

Descripción: mide la cantidad de habitaciones que son desocupadas.

Unidad de medida: habitaciones / año

Ecuación: $\text{desalojo de habitaciones} = \text{OCUPACION DE HABITACIONES} / \text{TIME STEP}$

Valor inicial: calculado.

17) Proporción habitaciones ocupadas

Tipo: auxiliar (constante)

Descripción: mide la cantidad de veces que puede ser ocupada una nueva habitación disponible.

Unidad de medida: adimensional.

Ecuación: no aplica.

Valor inicial: 77.444

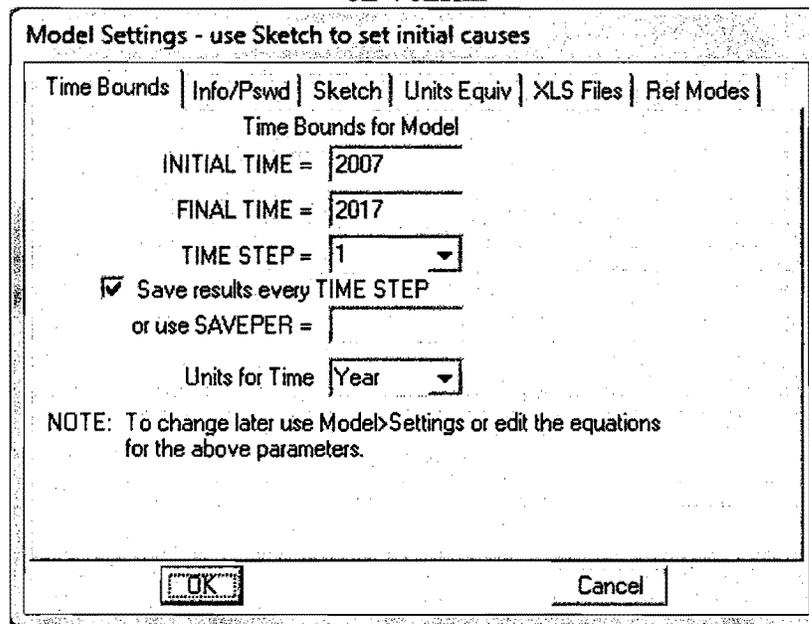
6.4 Comportamiento

Esta cuarta fase consiste en la simulación informática del modelo para determinar las trayectorias que genera. Para determinar el comportamiento del modelo se tomará como base 10 años a partir del año 2007 que es el año del cual se tiene información estadística. De esta manera, se intenta reproducir los valores estadísticos del año 2008 por medio de la simulación del modelo y estimar la tendencia de cada variable de nivel para los próximos 10 años.

6.4.1 Comportamiento a 10 años

Configuración del modelo en Vensim: En el menú “Model” se deberá seleccionar la opción “Settings”. Aparecerá una ventana como la que se muestra a continuación. Se deberá colocar el valor de INITIAL TIME = 2007 para indicarle al programa que el año inicial será el 2007, y en FINAL TIME= 2017 como nuestra iteración final.

Figura 17. Configuración inicial del modelo de comportamiento turístico a 10 años en Vensim



6.4.2 Evaluación de resultados:

Se analizará el comportamiento de las variables del modelo, así como los resultados que genera.

Tabla V. Comportamiento de la afluencia turística a 10 años

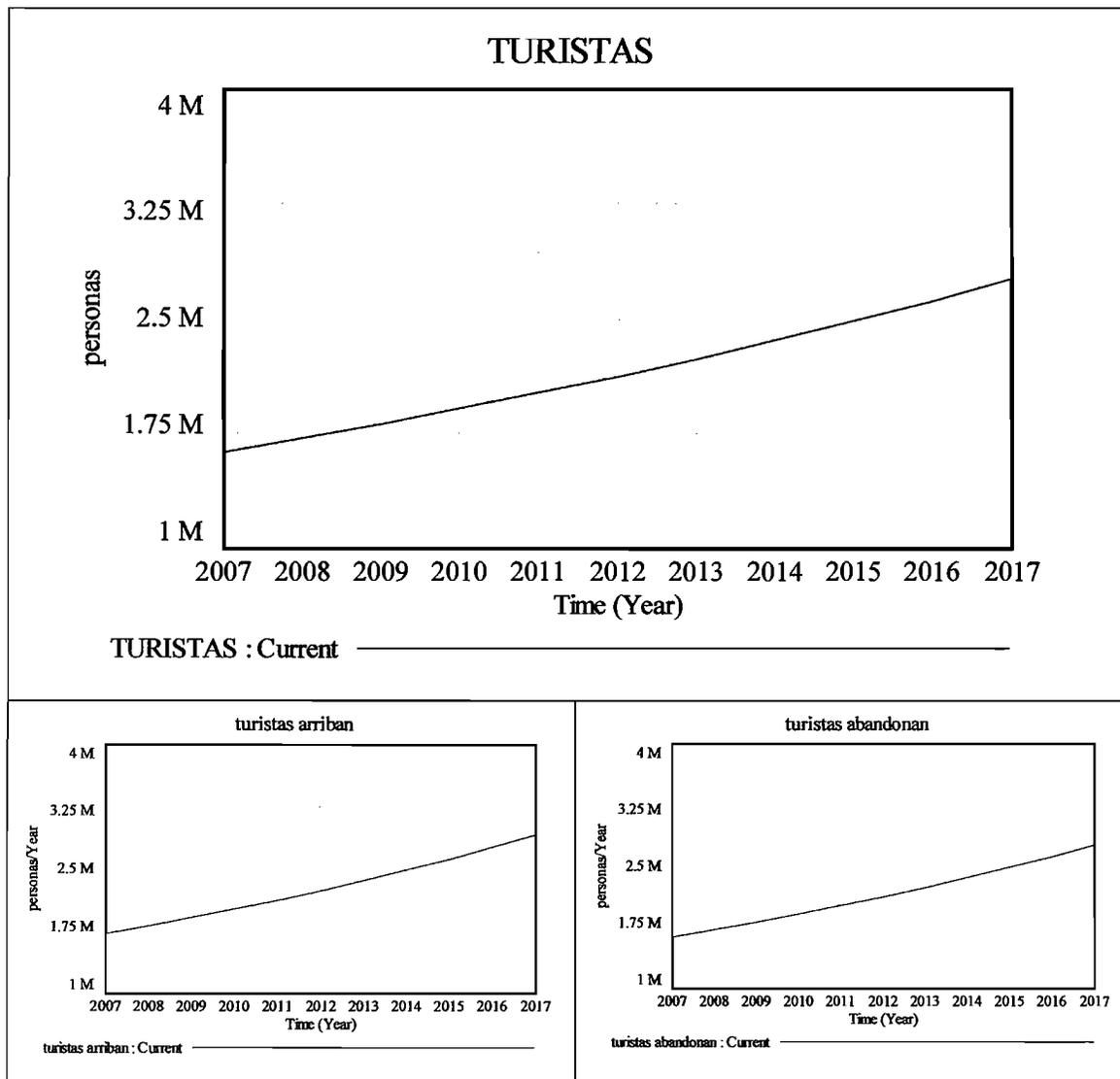


Tabla VI. Comportamiento del crecimiento poblacional a 10 años

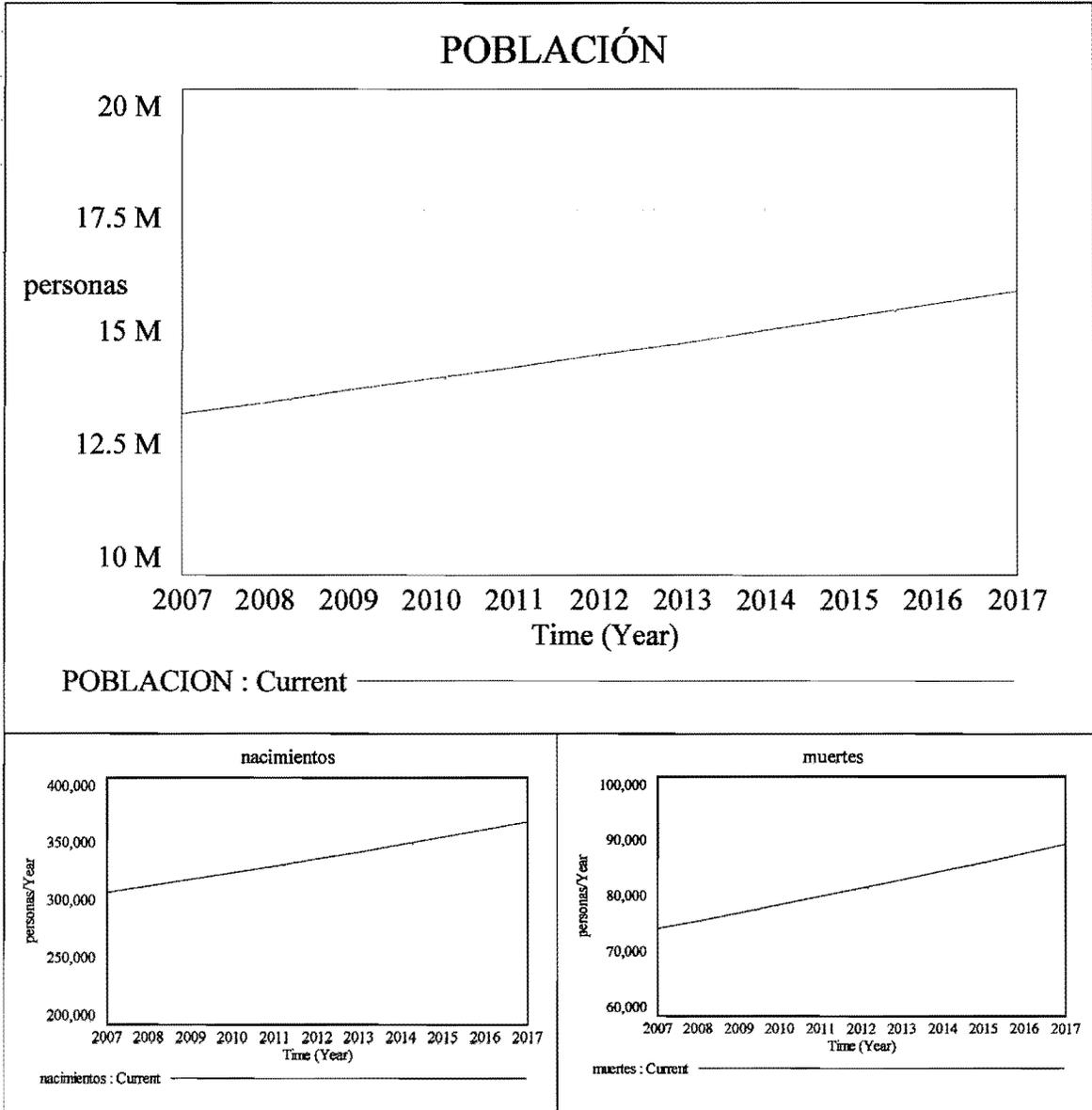


Tabla VII. Comportamiento de la oferta y demanda habitacional a 10 años

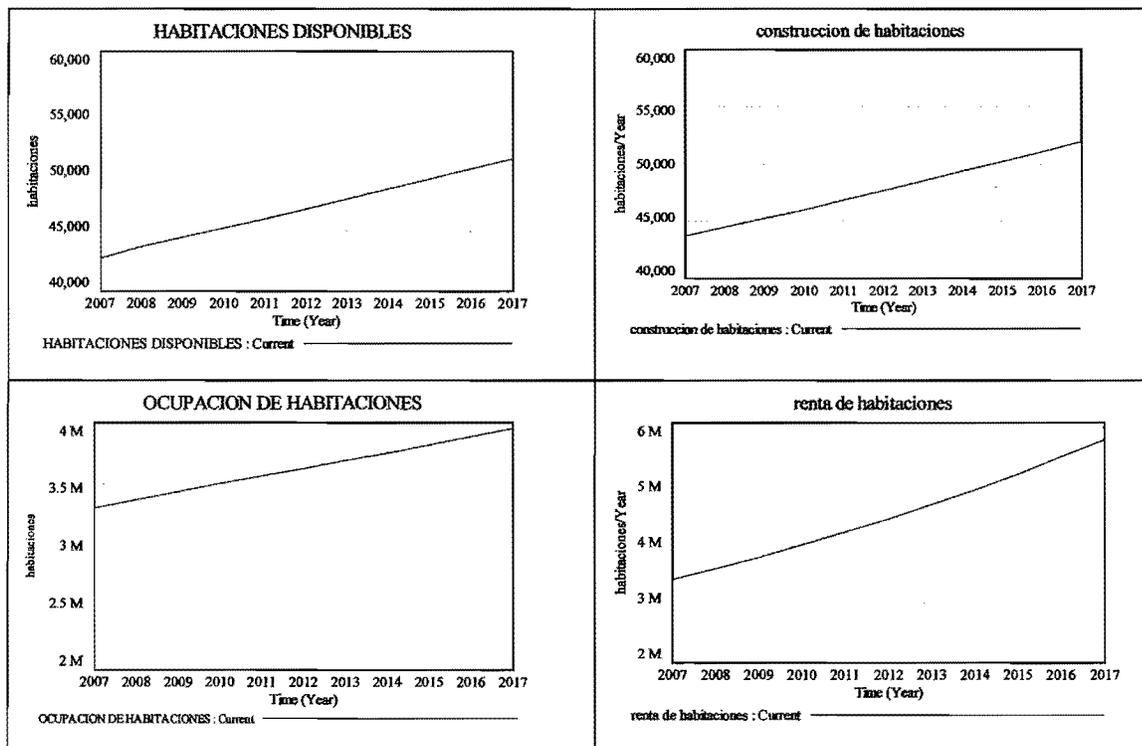
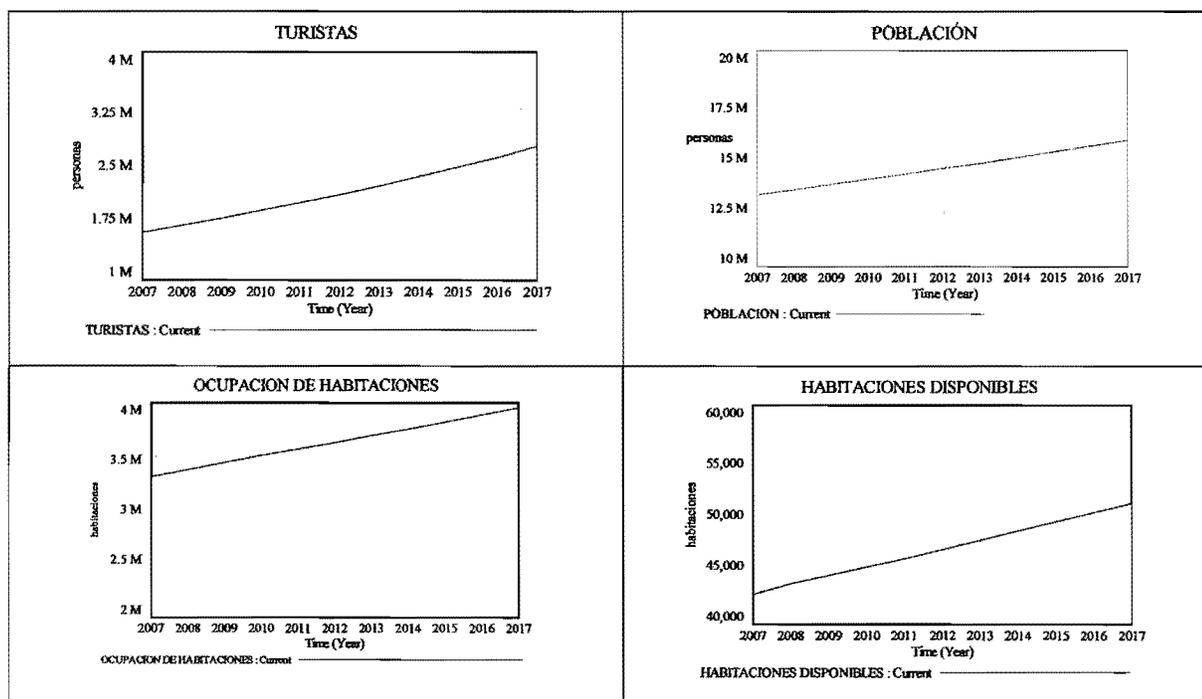


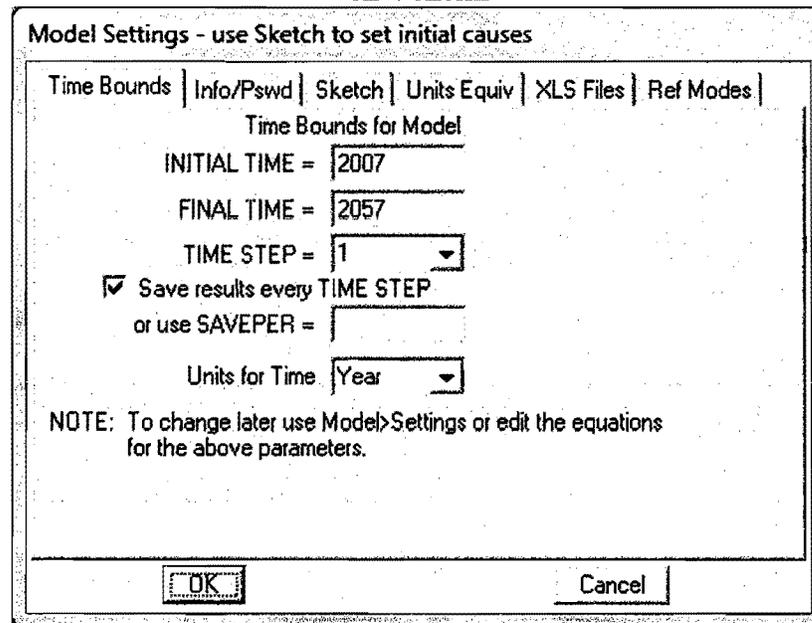
Tabla VIII. Comportamiento de las variables de nivel a 10 años



6.4.3 Comportamiento a 50 años

Ampliando el rango de tiempo se podrá apreciar más fácilmente cuál será la tendencia en el comportamiento de las variables del modelo. Para configurar el modelo en Vensim hay que cambiar el valor de *FINAL TIME* para indicarle al programa que evalúe 50 años a partir del 2007.

Figura 18. Configuración inicial del modelo de comportamiento turístico a 50 años en Vensim



6.4.4 Evaluación de resultados

Tabla IX. Comportamiento de la afluencia turística a 50 años

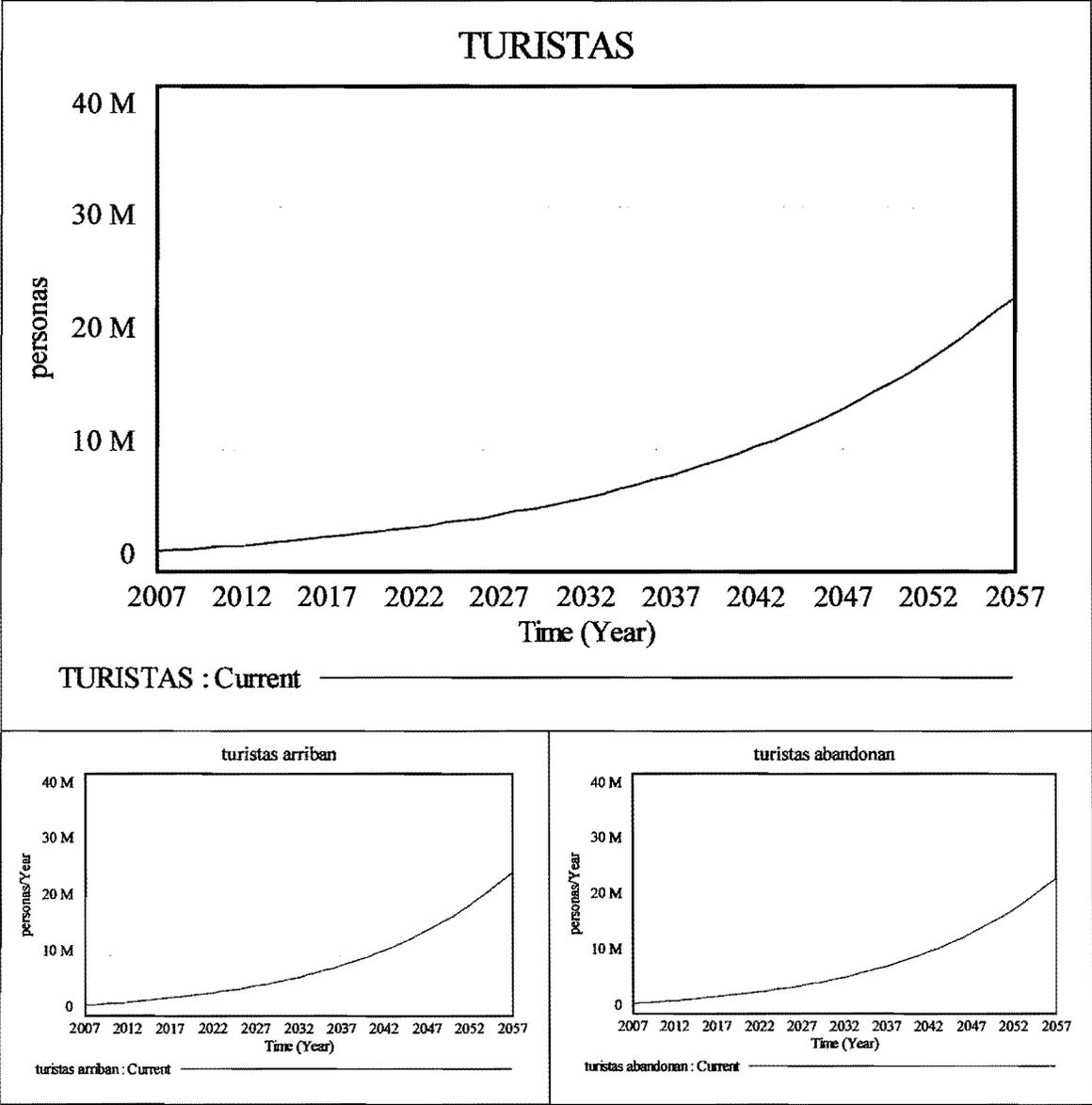


Tabla X. Comportamiento del crecimiento poblacional a 50 años

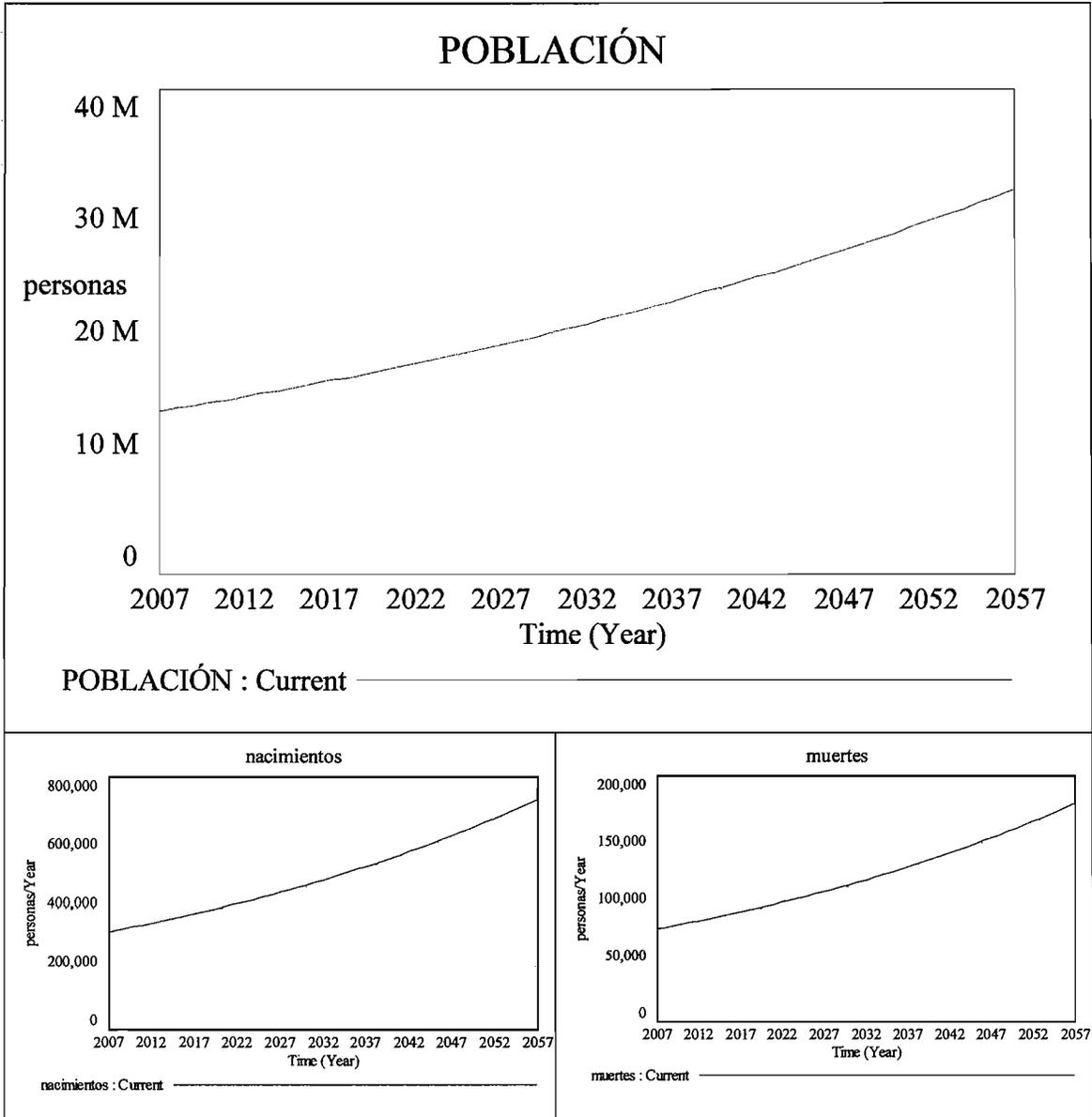


Tabla XI. Comportamiento de la oferta y demanda habitacional a 50 años

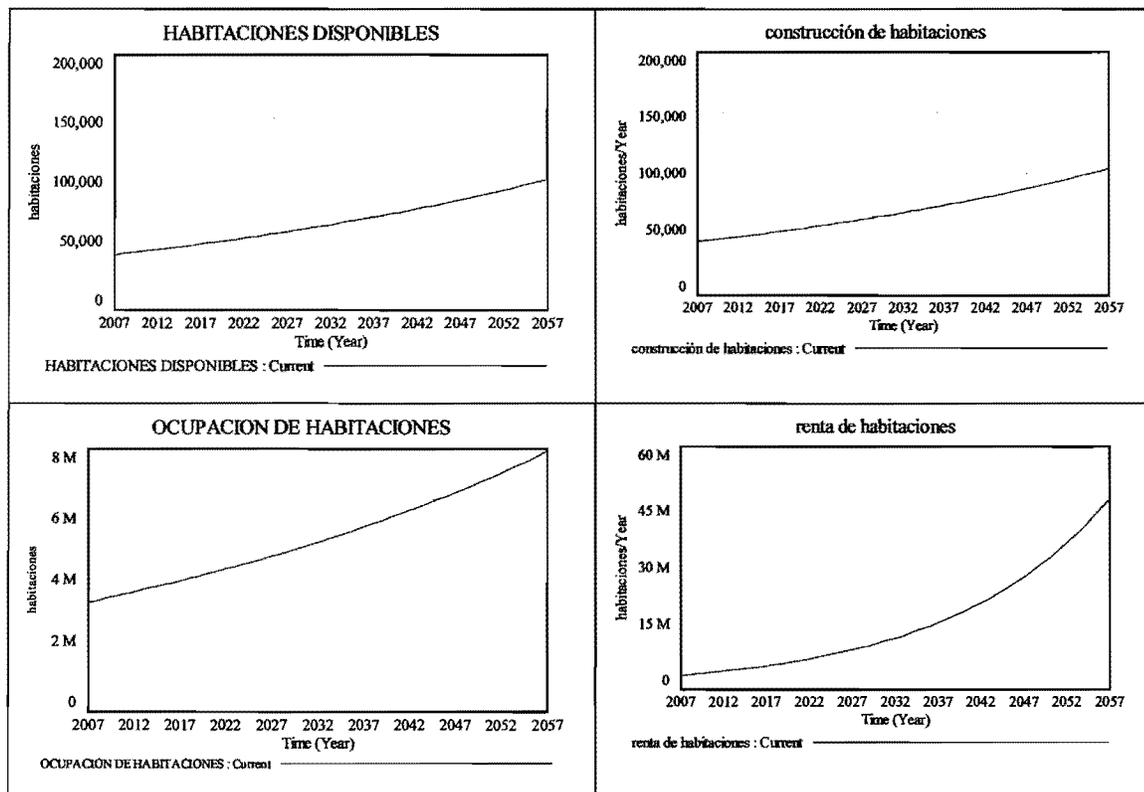
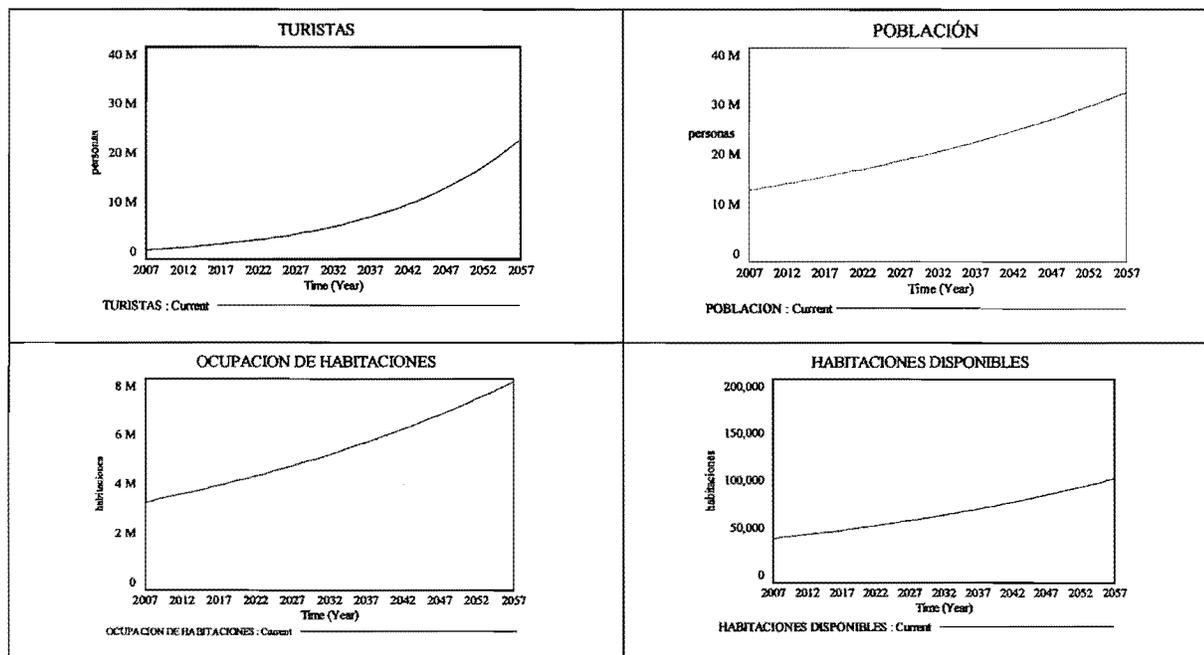


Tabla XII. Comportamiento de las variables de nivel a 50 años



Se observa un comportamiento de crecimiento exponencial más marcado en la afluencia turística, aunque la tendencia se mantiene en el resto de variables de nivel con una curva más suave.

Tabla XIII. Resultados de la simulación del modelo de comportamiento turístico

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACIÓN DE HABITACIONES	POBLACIÓN ²	HABITACIONES DISPONIBLES
2007	1,627,550.00	3,308,860.00	13,365,033.00	42,726.00
2008	1,715,437.75	3,377,166.25	13,597,585.00	43,708.00
2009	1,808,071.38	3,443,820.25	13,834,183.00	44,468.52
2010	1,905,707.25	3,503,743.00	14,074,898.00	45,242.28
2011	2,008,615.50	3,564,708.00	14,319,801.00	46,029.49
2012	2,117,080.75	3,626,734.00	14,568,966.00	46,830.41
2013	2,231,403.25	3,689,839.00	14,822,466.00	47,645.25
2014	2,351,899.00	3,754,042.25	15,080,377.00	48,474.28
2015	2,478,901.50	3,819,362.75	15,342,776.00	49,317.73
2016	2,612,762.25	3,885,819.50	15,609,740.00	50,175.86
2017	2,753,851.50	3,953,433.00	15,881,350.00	51,048.93

Por tanto se deduce que en diez años, a partir de la fecha en la cual se tiene información estadística, la cantidad de turistas se habrá incrementado un 69%, existirá un 19% más de ocupación de habitaciones; mientras que la población se estimará en 19% más de la que existía al inicio y la cantidad de nuevas habitaciones disponibles se calcula en 17% más. Esto indica que si no ocurre nada que altere significativamente el comportamiento de las variables de nivel (desastres naturales, epidemias, aumento de delincuencia, etc.) el pronóstico de crecimiento de oferta y demanda turística es positivo.

2. Los datos estadísticos encontrados sobre población corresponden a una estimación del período 2005-2050 con intervalos de 5 años. Por tanto se realizó una inferencia del año 2007 a partir del valor de la población en el año 2005 y el año 2010, asumiendo un comportamiento lineal, y se colocó el valor del año 2008 directamente del resultado obtenido con el modelo de simulación.

Al simular el comportamiento del modelo, se obtienen ciertos valores, los cuales al compararlos con la información estadística que se tenía, indican que el modelo es capaz de determinar el comportamiento real del año 2008.

Tabla XIV. Comparación de resultados con datos estadísticos

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACIÓN DE HABITACIONES	POBLACIÓN	HABITACIONES DISPONIBLES
2007	1,627,551	3,308,863	13,365,033	42,726
2008	1,715,426	3,376,576	13,597,585	43,708
Datos obtenidos con el modelo de simulación				
2007	1,627,550.00	3,308,860.00	13,365,033.00	42,726.00
2008	1,715,437.75	3,377,166.25	13,597,585.00	43,708.00

6.5 Evaluación

En esta fase se somete el modelo a una serie de ensayos y análisis para evaluar su validez y calidad. Estos análisis son muy variados y comprenden desde la comprobación de la consistencia lógica de las hipótesis que incorpora hasta el estudio del ajuste entre las trayectorias generadas por el modelo y las registradas en la realidad. Así mismo, se incluyen análisis de sensibilidad que permiten determinar la sensibilidad del modelo, y por tanto, de las conclusiones que se extraigan de él, con relación a los valores numéricos de los parámetros que incorpora o las hipótesis estructurales. Cabe destacar que los valores que se cambiarán en los distintos casos se aumentarán o disminuirán aunque su valor no sea válido en la vida real, ya que en esta fase el objetivo principal es determinar cuánto afecta en el resultado de la simulación del modelo el aumento o disminución de dichas variables.

6.5.1 Análisis de sensibilidad

6.5.1.1 Caso 1: tasa mortalidad

Para determinar cómo afecta un cambio en la población se modificará la variable “tasa mortalidad” a un valor superior a la tasa de natalidad, lo cual da la impresión de que la población irá disminuyendo en lugar de aumentar; se deja igual el resto de variables.

Tasa mortalidad = **0.05** (anterior = 0.0056)

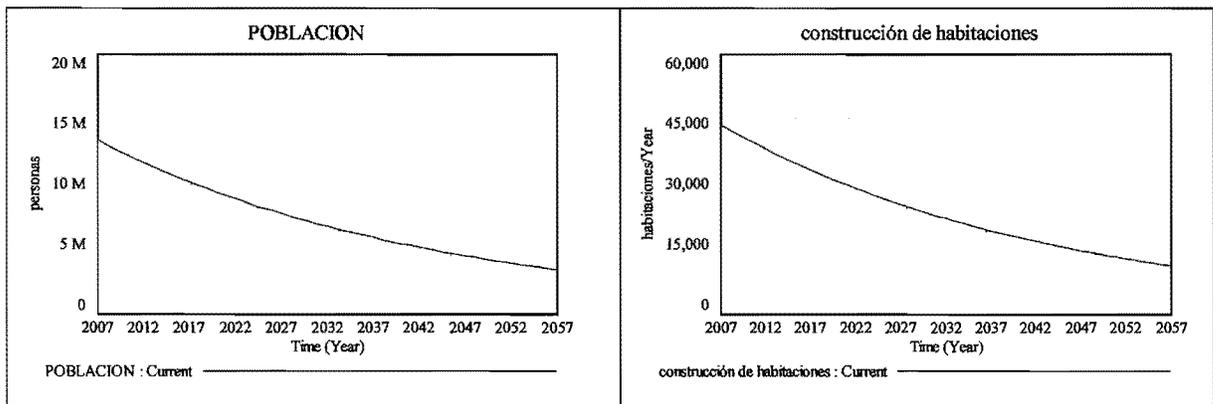
Tasa natalidad = 0.023 (no cambia)

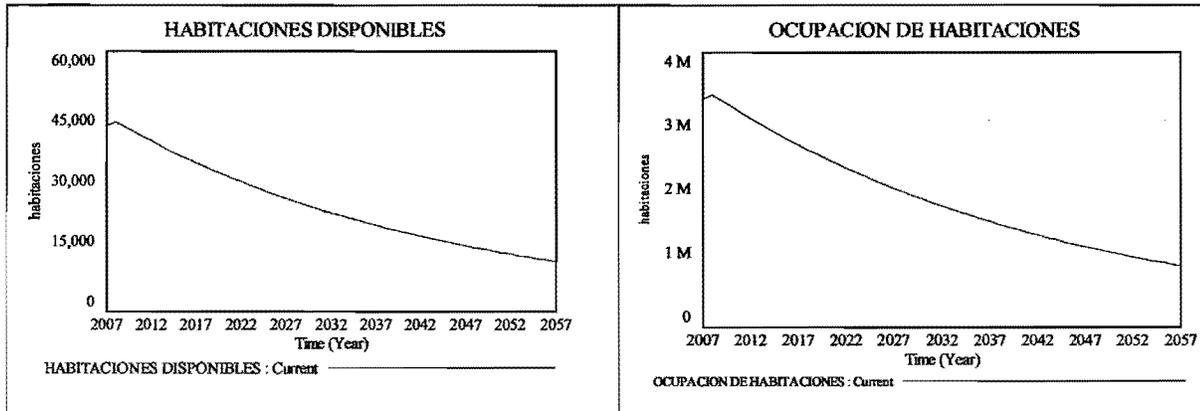
Fracción población habitaciones = 305.77 (no cambia)

Proporción habitación ocupaciones = 77.444 (no cambia)

6.5.1.1.1 Evaluación de resultados

Tabla XV. Comportamiento del modelo ante un cambio en la tasa de mortalidad





Se observa un descenso general en la población, y consecuentemente en la construcción de habitaciones (oferta habitacional). Así también las nuevas habitaciones disponibles anualmente se van reduciendo, afectando también a la ocupación de habitaciones que ya no puede satisfacer a la demanda generada por la afluencia turística.

6.5.1.2 Caso 2: tasa natalidad y mortalidad

Ahora, colocando el mismo valor a tasa de natalidad y mortalidad se verá qué ocurre al simular el modelo.

Tasa natalidad = **0.023** (no cambia)

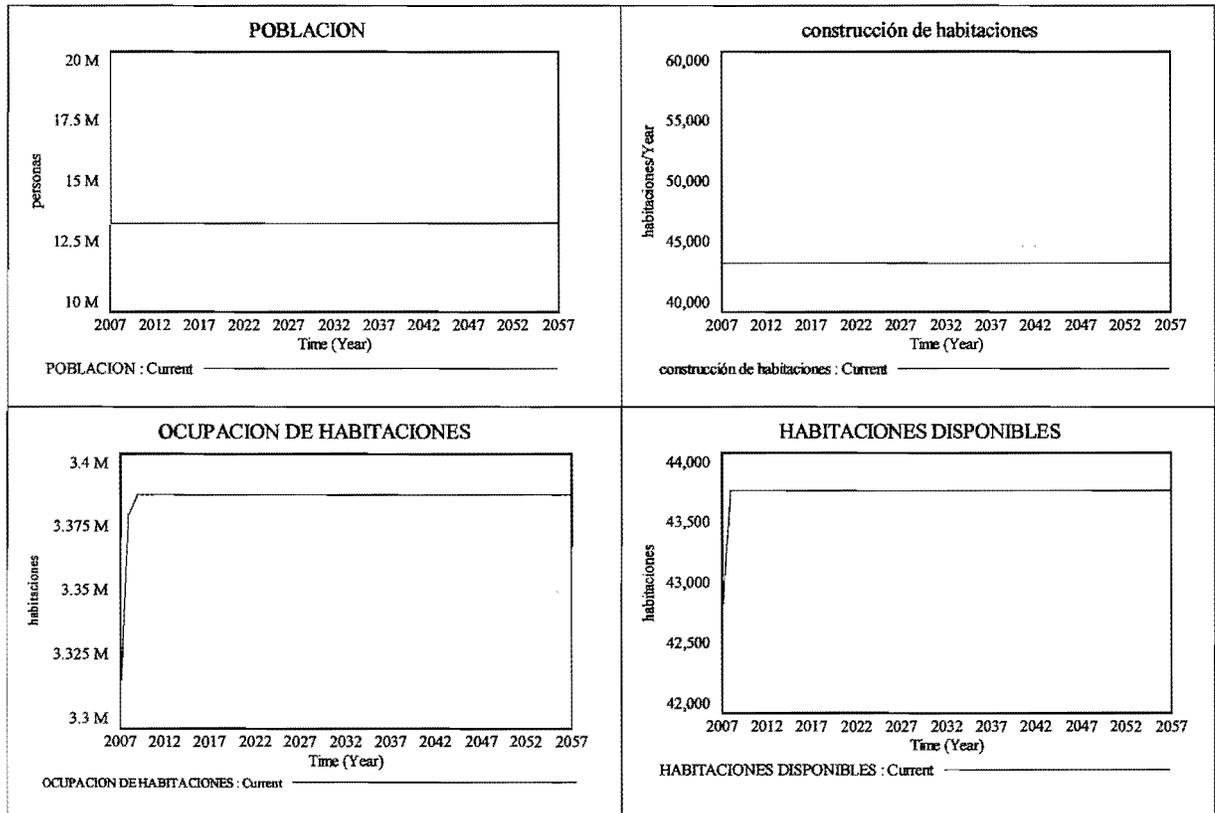
Tasa mortalidad = **0.023** (anterior = 0.0056)

Fracción población habitaciones = 305.77 (no cambia)

Proporción habitación ocupaciones = 77.444 (no cambia)

6.5.1.2.1 Evaluación de resultados

Tabla XVI. Comportamiento del modelo con tasa de natalidad y mortalidad iguales



Se observa que la población mostró un comportamiento lineal, al igual que la construcción de nuevas habitaciones, mientras que “ocupación de habitaciones” y “habitaciones disponibles” mostraron un incremento inicial el primer año, pero luego siguieron un comportamiento lineal sin crecimiento ni disminución.

6.5.1.3 Caso 3: fracción población habitaciones

Se determinará ahora qué ocurre al modificar la variable “fracción población habitaciones”, se deja el resto de variables sin ningún cambio.

Fracción población habitaciones = 1800 (anterior = 305.77)

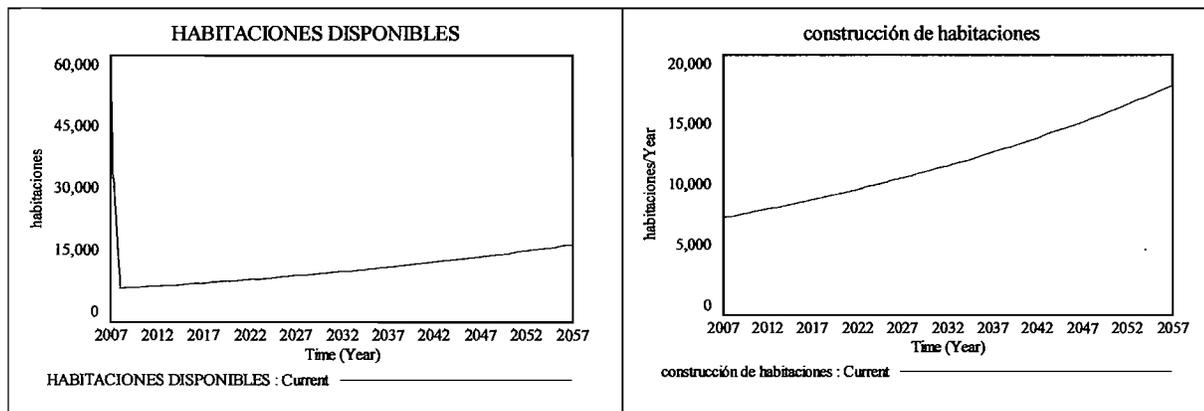
Tasa mortalidad = 0.0056 (no cambia)

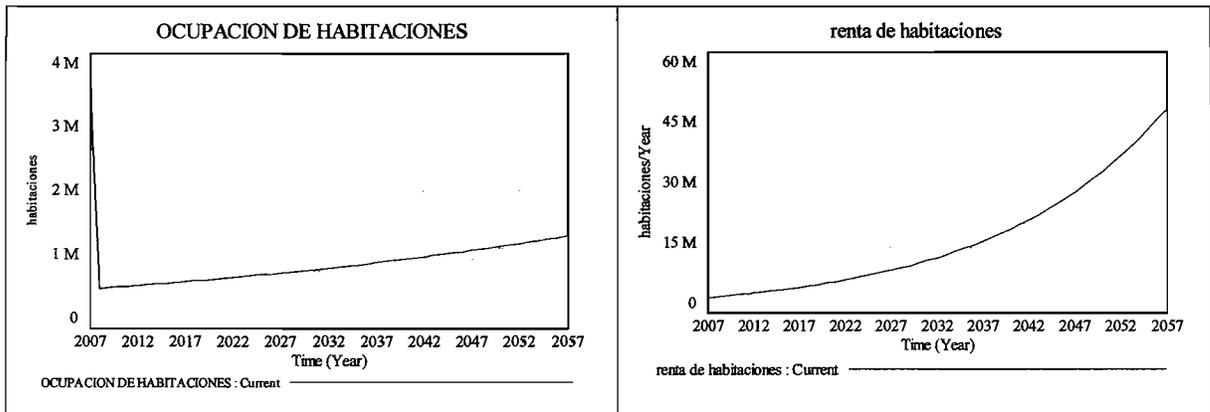
Tasa natalidad = 0.023 (no cambia)

Proporción habitación ocupaciones = 77.444 (no cambia)

6.5.1.3.1 Evaluación de resultados

Tabla XVII. Comportamiento del modelo ante un cambio en fracción población habitaciones





Se aprecia que tanto “habitaciones disponibles” como “ocupación de habitaciones” mostraron un descenso brusco en su valor el primer año, debido a los valores iniciales establecidos en el modelo previamente; pero luego asumieron un leve comportamiento creciente al igual que “construcción de habitaciones”, lo cual indica que mientras más grande sea la cantidad de personas necesarias para producir una nueva habitación, será más lenta la ocupación de habitaciones, a pesar de que la demanda habitacional denotada por la variable “renta de habitaciones” muestre un comportamiento exponencial creciente.

6.5.1.4 Caso 4: proporción habitación ocupaciones

En este caso se verá qué tanto afecta un cambio en la variable “proporción habitación ocupaciones”, a la cual se le aumentará drásticamente su valor a 255.

Proporción habitación ocupaciones = **255** (anterior = 77.444)

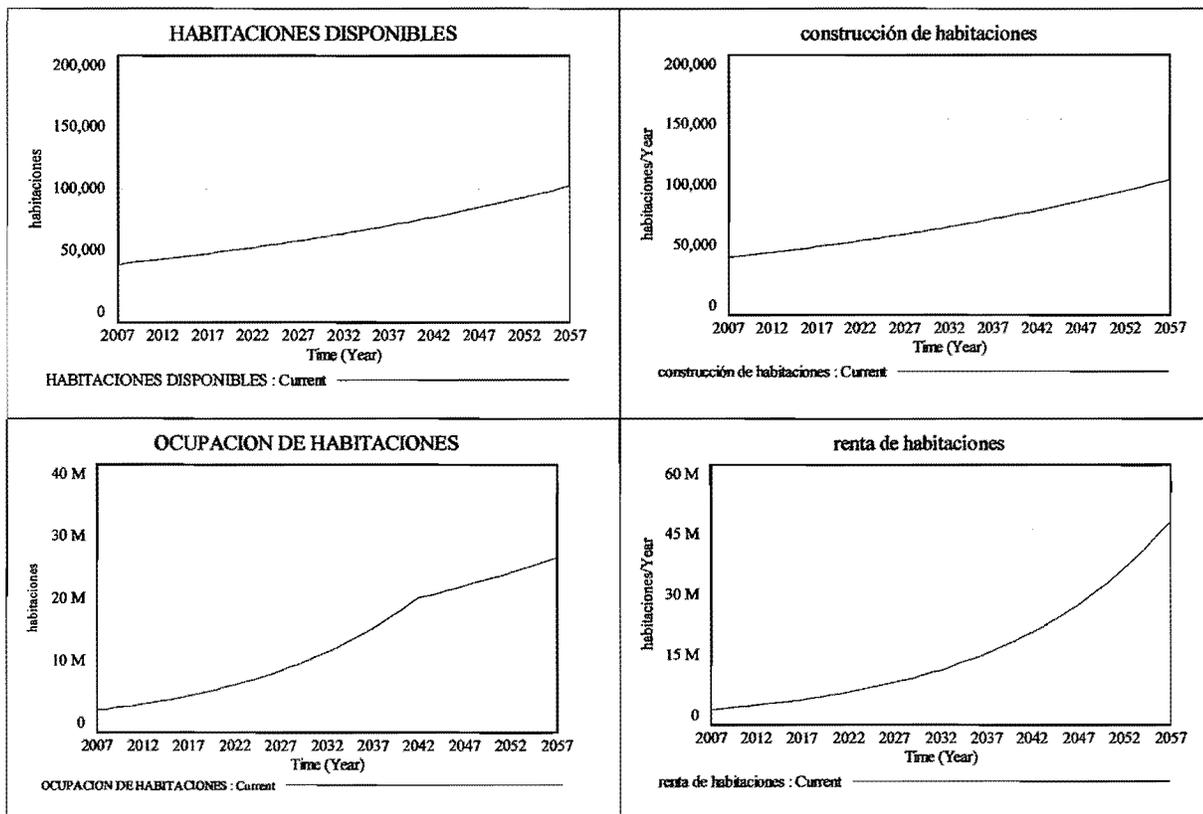
Tasa natalidad = 0.023 (no cambia)

Tasa mortalidad = 0.0056 (no cambia)

Fracción población habitaciones = 307.77 (no cambia)

6.5.1.4.1 Evaluación de resultados

Tabla XVIII. Comportamiento del modelo ante un cambio en proporción habitación ocupaciones



Se aprecia que la oferta de “habitaciones disponibles” no presenta mayores cambios y muestra una tendencia hacia un crecimiento ascendente suave. Se observa también que la variable “ocupación de habitaciones” presenta un comportamiento exponencial, y luego en el año 2042 cambia a un comportamiento más lineal. Esto se debe a que en el primer comportamiento el crecimiento está determinado por la demanda o renta de habitaciones, pero llega el punto en que esta demanda supera a la capacidad de la oferta de satisfacerla y entonces debe ajustarse a lo que la oferta provea, aun cuando la demanda siga creciendo.

6.5.1.5 Caso 5: tasa nuevos turistas y proporción ocupación habitaciones

En este caso se cambiará el valor tanto de la variable “tasa nuevos turistas” como de “proporción ocupación habitaciones”, de esta manera se apreciará el comportamiento general del sistema al haber un aumento de turistas en la capacidad actual del sistema hotelero para albergar a más turistas en el mismo espacio, es decir, ampliando sus instalaciones.

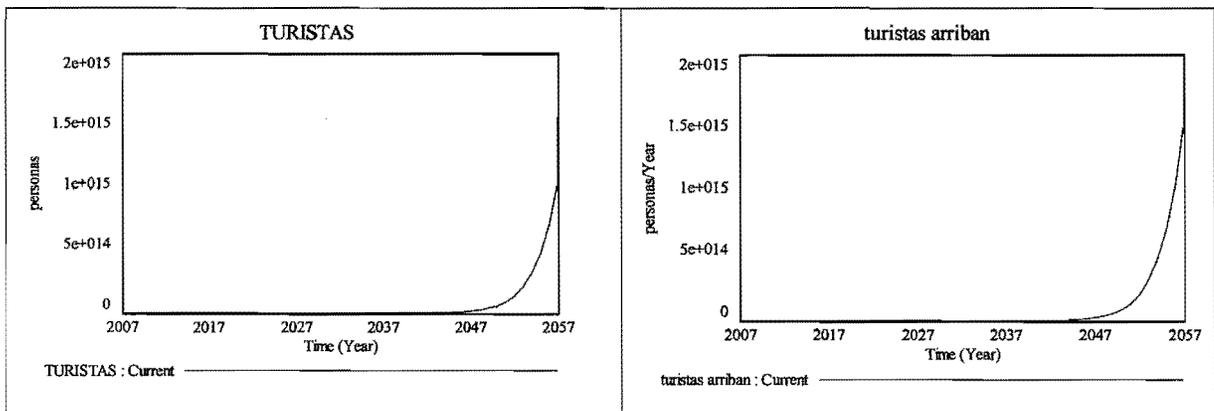
Tasa nuevos turistas = **1.5** (anterior = 1.054)

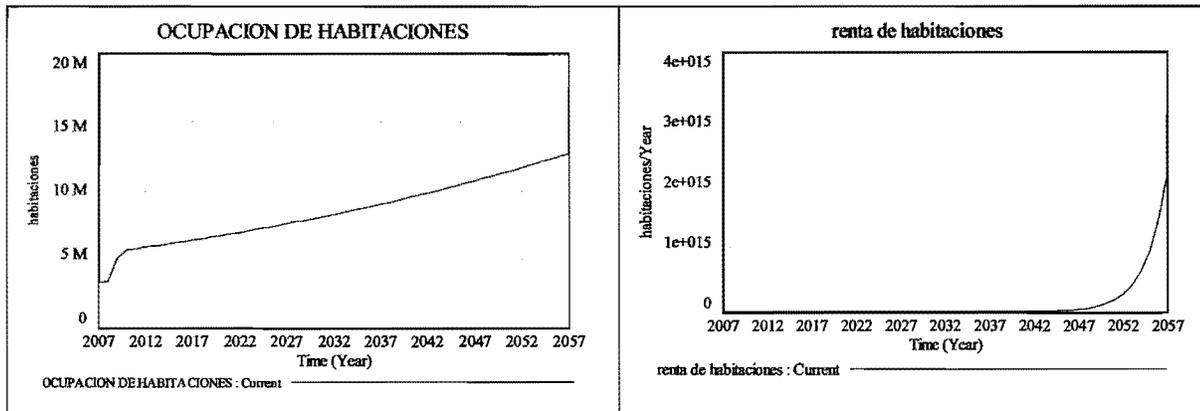
Proporción ocupación habitaciones = **125** (anterior = 77.444)

Proporción turistas rentas = 2.075 (no cambia)

6.5.1.5.1 Evaluación de resultados

Tabla XIX. Comportamiento del modelo ante un cambio en tasa nuevos turistas y proporción ocupación habitaciones





Se observa un comportamiento exponencial creciente en la variable “turistas” y “turistas arriban”, sin embargo “ocupación de habitaciones” presenta un comportamiento diferente al mostrar un leve incremento en el primer año, el cual se ve como si fuera un crecimiento horizontal en la gráfica, y luego presenta una pendiente pronunciada hacia arriba para después tomar un comportamiento creciente prácticamente lineal y suave. Esto sucede porque debido a los valores iniciales de “habitaciones disponibles” y “ocupación de habitaciones”, ésta variable toma un valor relativamente pequeño que es acorde al valor que debería tomar según la simulación en el escenario real. Pero en el segundo año se incrementa la capacidad de albergar a más turistas, denotado por el incremento de la variable “proporción turistas rentas” y entonces se presenta un crecimiento significativo y luego este crecimiento es limitado nuevamente por “habitaciones disponibles”, ya que la demanda habitacional representada con la variable “renta de habitaciones” es muy grande en comparación con la oferta habitacional y termina por ajustarse al crecimiento de la oferta. Por tanto un aumento significativo de la afluencia turística y de la capacidad habitacional existente provocará un cambio agresivo en la “ocupación de habitaciones” que después de todo se ajustará a la velocidad con que aumenta el número de nuevas “habitaciones disponibles”.

6.5.1.6 Caso 6: tasa nuevos turistas

Se observará ahora cuál será el comportamiento del sistema al disminuir la tasa de afluencia turística.

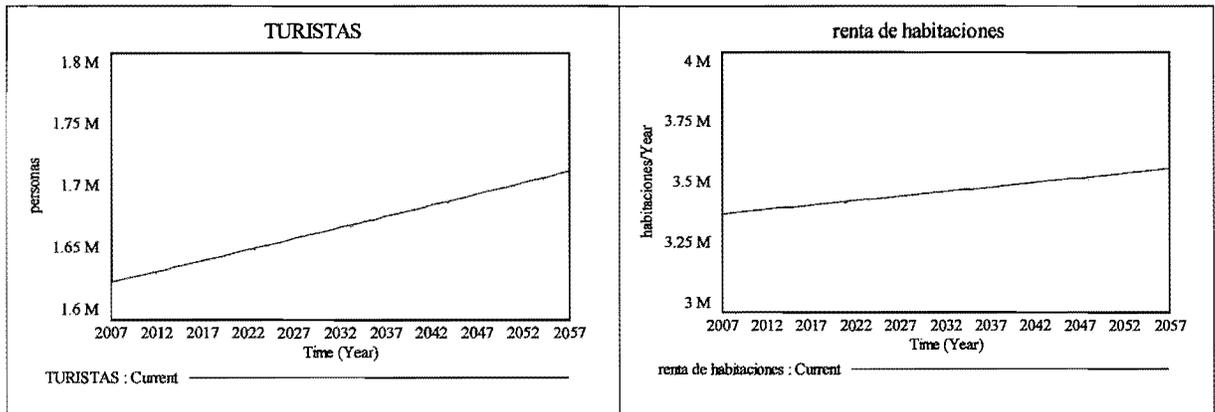
Tasa nuevos turistas = **1.01** (anterior = 1.054)

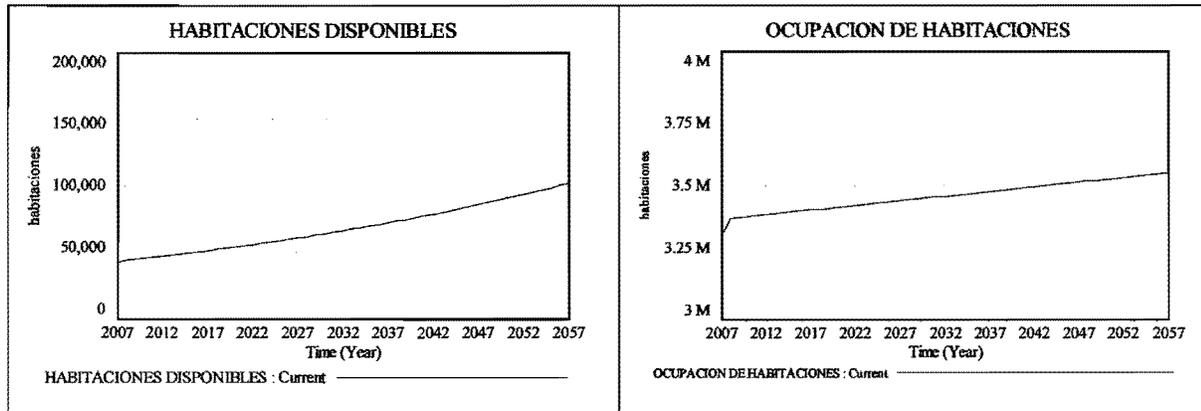
Proporción ocupación habitaciones = **125** (anterior = 77.444)

Proporción turistas rentas = 2.075 (no cambia)

6.5.1.6.1 Evaluación de resultados

Tabla XX. Comportamiento del modelo ante un cambio en tasa nuevos turistas





El crecimiento turístico presenta una tendencia lineal, al igual que la renta de habitaciones, y aunque la variable “habitaciones disponibles” va creciendo gradualmente, la “ocupación de habitaciones” lo hace pero más lentamente, presentando un ligero crecimiento pronunciado el primer año debido a los valores iniciales cargados, pero luego la curva se vuelve más suave. Por tanto ante una baja en la afluencia turística, también bajará la demanda habitacional.

6.6 Explotación

En esta fase se utilizará el modelo para simular escenarios posibles que afecten la oferta y demanda hotelera, la población y afluencia turística en el país.

6.6.1 Generación de escenarios

Se le llamará "escenario por defecto" a aquel cuyos datos de entrada provienen de los datos estadísticos (ver Anexos) recabados en el presente trabajo en relación a las variables de nivel calculadas. Para la variable población se calculó su valor para el año 2019 a partir del promedio de los datos estadísticos recabados. Para el resto de variables de nivel se realizó una proyección lineal $f(t) = a(t) + b$, y donde los coeficientes a y b se calculan a partir de los datos estadísticos.

6.6.1.1 Escenario de crecimiento frente a una epidemia

Cuando ocurre una epidemia aumenta la tasa de mortalidad en la población provocando que ésta reduzca su crecimiento. En el modelo se refleja a través de la variable "tasa mortalidad" que aumentó su valor de 0.0056 a 0.02. Esto afecta en el largo plazo a la cantidad de gente que se inclinaría por invertir en el sector hotelero dado que habrá menos población que en el escenario real que se ha simulado. La crisis de salud afecta también la afluencia turística, disminuyendo la tasa de visitas al destino turístico evidenciado en la variable "tasa nuevos turistas" cuyo valor cambió de 1.054 a 1.02.

Para amortiguar el gran impacto que tendría para la economía turística, conviene mejorar el aprovechamiento del espacio existente en los complejos turísticos para albergar a más turistas, mediante un aumento en la variable "proporción habitación ocupaciones" de su valor inicial de 77.44 a 125.

6.6.1.1 Evaluación de resultados

Tabla XXI. Comportamiento del modelo frente a un escenario de epidemia

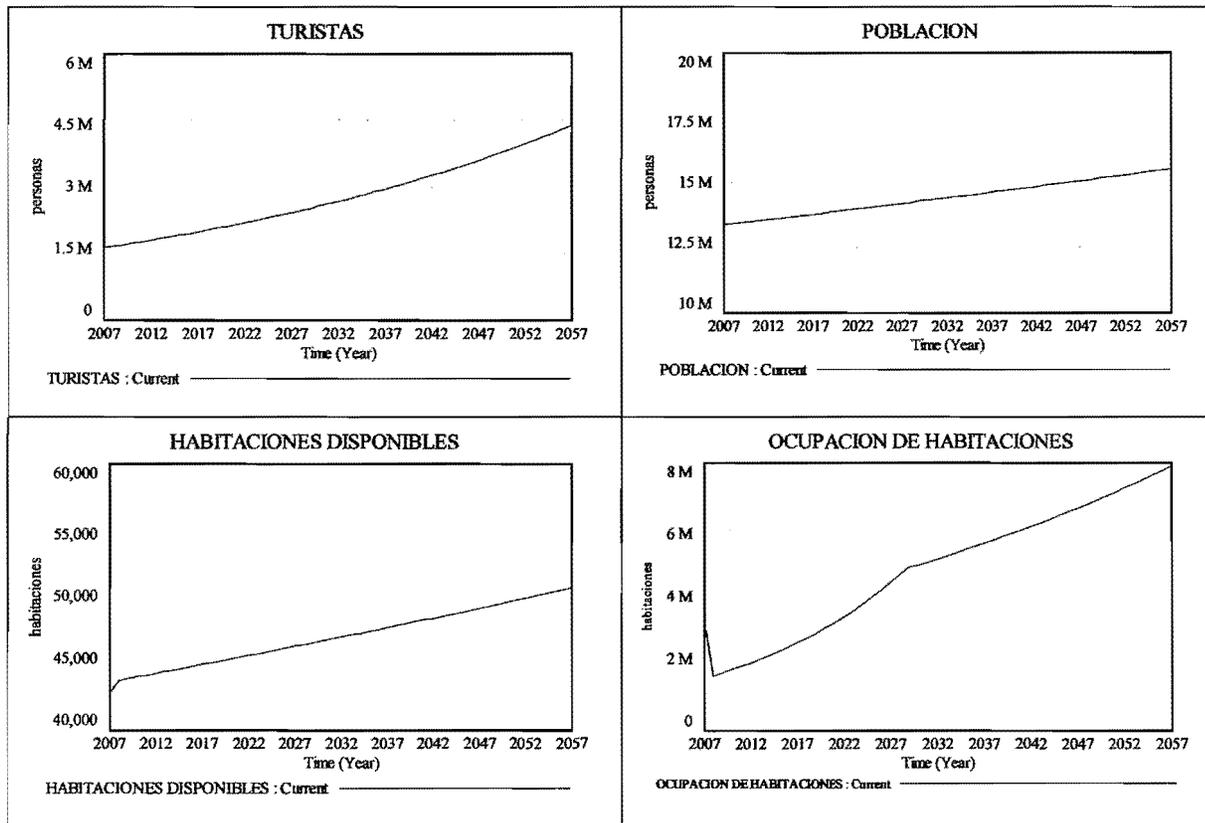


Tabla XXII. Resultados de la simulación del escenario de epidemia

Tiempo (en años)	POBLACION	HABITACIONES DISPONIBLES	TURISTAS	OCUPACION HABITACIONES
2019	13,854,192.00	45,172.20	2,064,126.50	4,199,081.00
2019 (escenario por defecto)	16,438,830.00	52,840.89	3,059,297.75	4,092,209.75

De esta manera, para el año 2019 se tendrá una ocupación habitacional de 4, 199,081 habitaciones, ligeramente inferior a la ocupación en el escenario real, a pesar de una disminución en la población, en la afluencia turística y consecuentemente en la cantidad de habitaciones disponibles.

6.6.1.2 Escenario de crecimiento frente a una crisis del sector hotelero

Significa una baja en la inversión en el sector hotelero, es decir, que menos personas estarán interesadas en dedicarse al negocio de creación de alojamiento para turistas. En el modelo esto se representa mediante la variable “fracción población habitaciones”, la cual incrementará su valor dado que ahora se necesitará un grupo más significativo de personas para que al menos una de ellas invierta en este sector.

Para el año 2019 habrá entonces un total de 40,394 habitaciones disponibles frente a 52,840 que existirían en el escenario real. Para compensar esta baja no basta con incrementar la demanda de habitaciones o de afluencia turística, pues se sabe que la ocupación de habitaciones está limitada por la cantidad de habitaciones disponibles que se generen, por tanto conviene aprovechar el espacio disponible en las instalaciones habitacionales existentes aumentando su capacidad. Esto se refleja con la variable “proporción habitación ocupaciones” aumentando su valor de 77.44 a 100.

6.6.1.2.1 Evaluación de resultados

Tabla XXIII. Comportamiento del modelo frente a un escenario de crisis en el sector hotelero

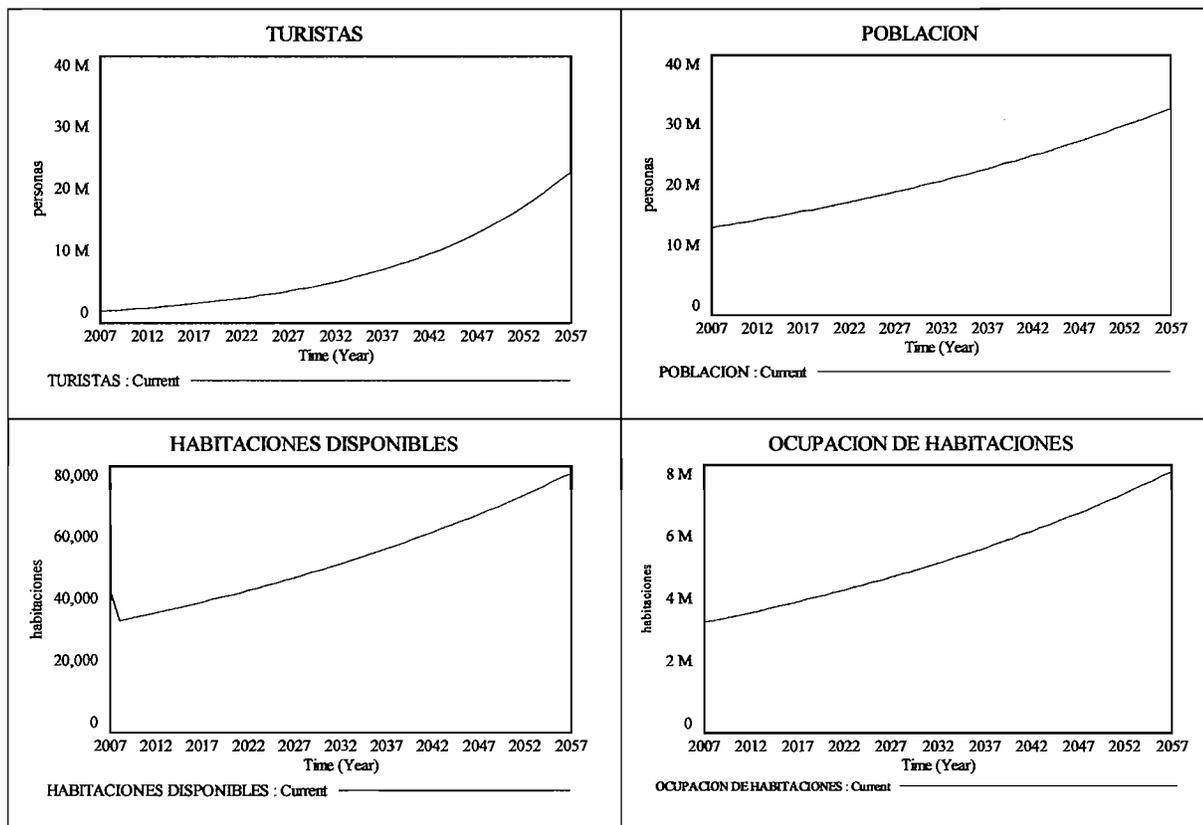


Tabla XXIV. Resultados de la simulación del escenario de crisis en el sector hotelero

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACIÓN DE HABITACIONES	POBLACIÓN	HABITACIONES DISPONIBLES
2019	3,059,297.75	4,039,421.50	16,438,830	40,394.21
2019 (escenario por defecto)	3,059,297.75	4,092,209.75	16,438,830.00	52,840.89

Se observa que mientras la población y la afluencia turística mantienen su mismo valor, la ocupación de habitaciones es ligeramente un poco menor que en el escenario real para el año 2019. Por tanto se logró compensar la disminución en la inversión del sector hotelero mejorando las condiciones de los establecimientos habitacionales existentes.

6.6.1.3 Escenario de crecimiento equilibrado

Partiendo del comportamiento que presenta el escenario real, el objetivo principal será aumentar significativamente la oferta y la demanda habitacional. Para ello conviene aumentar las campañas publicitarias para atraer a más turistas, denotado por medio de la variable “tasa nuevos turistas” con un valor de 1.1, lo cual significa que la afluencia turística aumentaría de 5.4% anual al 10%.

También sería prudente incentivar la inversión de la población en la creación de complejos habitacionales. Esto se denota con la variable “fracción población habitaciones” con una disminución en su valor de a 305.77 a 250. Con ello se quiere decir que se requerirá de un grupo de unas 250 personas para que al menos una de ella produzca una nueva habitación.

Así también, conviene mejorar las instalaciones de los complejos habitacionales existentes hasta el momento, denotado por medio de la variable “proporción habitación ocupaciones” que aumenta su valor de 77.44 a 100.

6.6.1.3.1 Evaluación de resultados

Tabla XXV. Comportamiento del modelo frente a un escenario de crecimiento equilibrado

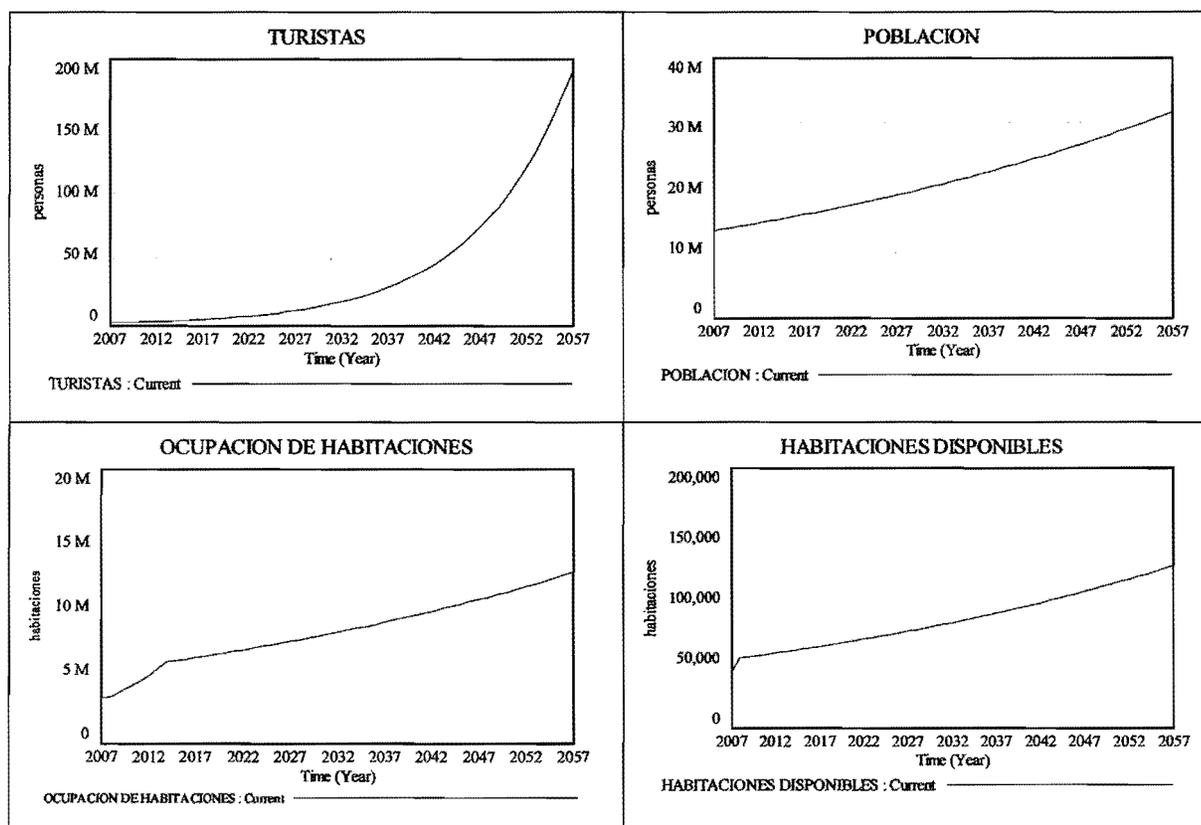


Tabla XXVI. Resultados de la simulación del escenario de crecimiento equilibrado

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACION DE HABITACIONES	POBLACION	HABITACIONES DISPONIBLES
2019	5,107,951.00	6,463,074.00	16,438,830.00	64,630.74
2019 (escenario por defecto)	3,059,297.75	4,092,209.75	16,438,830.00	52,840.89

Se observa que con la modificación de las variables seleccionadas ha aumentado significativamente la afluencia turística, la ocupación habitacional, y al mismo tiempo que la población aumentó con un valor igual que en el escenario real, se observa que la cantidad de habitaciones disponibles aumentó considerablemente en relación con la cantidad que muestra el escenario real.

CONCLUSIONES

1. El modelo de simulación desarrollado en el presente trabajo puede ser adaptado a diferentes destinos y productos turísticos. Para ello es preciso reemplazar los datos y realizar los ajustes respectivos en cuanto a las relaciones entre las variables analizadas.
2. La evaluación de los escenarios planteados permitió determinar que sí es posible compensar los efectos negativos de una crisis de salud que afecte a la población o al sector turístico hotelero, y así enfocar esfuerzos a nivel del gobierno en modificar los valores de las variables que provocaron el cambio en esta simulación, a través del mejoramiento de las instalaciones hoteleras existentes, el fomento de condiciones atractivas para invertir en la construcción de nuevas instalaciones y el refuerzo de las políticas de transporte y seguridad que hagan más atractivo el destino turístico.
3. Se ha determinado la relación que existe entre la población como generador de oferta hotelera y la afluencia turística como generador de la demanda de ocupación hotelera tomando como destino turístico el país de Guatemala, y se analizó el comportamiento entre oferta y demanda dando como resultado una tendencia creciente de la demanda de ocupación sujeta al ritmo de crecimiento de la oferta hotelera.
4. Se comprobó que el modelo de comportamiento turístico es consistente con los datos generados para el año 2008, comparado con la información estadística con la que se contaba de ese mismo año, por lo que se puede confiar en las tendencias que presentan las variables representadas en el modelo en el largo plazo.

5. Dado que no es posible predecir el comportamiento exacto del modelo turístico en el largo plazo, sometido a la influencia de factores externos tales como desastres naturales, fluctuaciones en la economía del sector hotelero, cambios en las políticas de administración del destino turístico, etc., tampoco se puede garantizar que el comportamiento exhibido de las variables del modelo vaya a ser el mismo en la realidad. Sin embargo, sirve para analizar la tendencia de las variables en el largo plazo y saber lo que podría pasar al adoptar políticas basadas en los resultados del modelo.
6. El uso de la Dinámica de Sistemas, como metodología para abordar el problema del comportamiento y desarrollo turístico, permitió establecer de una manera cuantificable la relación que existe entre el sistema de crecimiento poblacional en el destino turístico y el sistema de afluencia que visita el lugar, y determinar en qué medida afectan los cambios de alguno de éstos en la economía del sector hotelero del lugar medido a través de la relación de oferta y demanda.
7. La creación de modelos de sistemas complejos a través de la Dinámica de Sistemas permitirá a entidades administrativas tales como gobiernos o alcaldías crear escenarios seguros para obtener información inmediata de las consecuencias de la aplicación de determinadas políticas en áreas tales como la salud, la recaudación de impuestos, políticas ante desastres naturales, desarrollo sostenible y crecimiento urbanístico.
8. La simulación por ordenador del comportamiento de un sistema se considera actualmente un recurso clave en el presupuesto y desempeño de la directiva de una organización, pues sus beneficios en el plano económico y ahorro de tiempo al momento de simular estados posibles, mejoran y agilizan la toma de decisiones, previniendo incluso situaciones que los datos históricos no son capaces de aproximar.

RECOMENDACIONES

1. Para una mejor aproximación de los resultados del modelo a la realidad del sistema es recomendable contar con un historial estadístico más amplio de las variables que intervienen, de manera que se pueda establecer una tendencia mediante una ecuación e integrarla al modelo, ya sea como una constante en el caso más simple que represente una tendencia lineal o bien como un conjunto de constantes y variables que representen a la ecuación que define el comportamiento de las variables que se quieren medir en este modelo.
2. Abordar la construcción de modelos con Dinámica de Sistemas dividiéndolos en subsistemas, verificando su correcto funcionamiento en forma independiente para luego identificar las relaciones con otros subsistemas, de la misma manera que se abordó la construcción del modelo de comportamiento turístico en el presente trabajo partiendo de la modelización del sistema de crecimiento poblacional y el de afluencia turística en forma independiente, para luego establecer su relación con el fenómeno de oferta y demanda en el sector turístico hotelero.
3. Formular estrategias a largo plazo para abordar problemas complejos de una institución privada o gubernamental donde las políticas adoptadas sean evaluadas en distintos escenarios provistos por modelos diseñados con la metodología de Dinámica de Sistemas, garantizando así mayores probabilidades de éxito y una menor pérdida de tiempo al no tener que constatar en la realidad del éxito o fracaso de las políticas adoptadas.

4. Apoyar la integración de la disciplina de creación de modelos mediante Dinámica de Sistemas en los departamentos de informática de toda organización, específicamente en áreas como la inteligencia de negocios, la cual mejorará la eficiencia en la obtención de información de los procesos del negocio al combinar la creación de escenarios seguros y generación de tendencias, con el uso de herramientas informáticas para reconocimiento e interpretación de patrones.

REFERENCIAS

[1] Drew, Donald R. **Dinámica de Sistemas Aplicada. Publicaciones de Ingeniería de Sistemas**, ISDEFE: 1995.

[2] Aracil, Javier. **Dinámica de Sistemas. Publicaciones de Ingeniería de Sistemas**, ISDEFE: 1995.

[3] Instituto Guatemalteco de Turismo INGUAT; **Estudio de Desarrollo Turístico Nacional para la República de Guatemala**. Volumen 2, Guatemala: 2002.

[4] Muñoz de Escalona y Lafuente, D. Francisco. **Crítica de la economía turística, enfoque de oferta versus enfoque de demanda**. Universidad Complutense de Madrid, Madrid: 1991.

BIBLIOGRAFIA

Internet:

1) Página oficial de Ventana Systems Inc., fabricante del software de simulación Vensim (mayo 2009).

<http://www.vensim.com/>

2) Página de “Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España” (mayo 2009).

<http://www.isdefe.es>

3) Página del “Instituto Tecnológico de Massachussets” (mayo 2009).

<http://www.mit.edu>

4) Página del Instituto Guatemalteco de Turismo INGUAT (junio 2009).

<http://www.inguat.com.gt>

<http://www.visitaguatemala.com>

5) Curso sobre Dinámica de Sistemas (mayo 2009).

<http://sysdyn.clexchange.org/road-maps/rm-toc.html>

6) Conceptos relacionados con el turismo (junio 2009).

<http://es.wikipedia.org/wiki/Turismo>

7) *Road Maps: A Guide to Learning System Dynamics* (febrero 2009).

<http://sysdyn.clexchange.org/road-maps/rm-toc.html>

8) Cámara de Turismo de Guatemala CAMTUR (mayo 2009).

<http://www.camtur.org>

9) Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (mayo 2009).

<http://www.ine.gob.gt>

10) Estadísticas de Turismo, INGUAT

<http://www.almadelatierra.com/boletinestadisticos>

10) Datos demográficos de Guatemala (mayo 2009).

<http://internacional.universia.net/latinoamerica/datos-paises/guatemala/poblacion.htm>

Libros:

Sterman, John. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. País: Estados Unidos; McGraw Hill, 2000 pp.

Publicaciones:

Aracil, Javier. **Monografía “Dinámica de Sistemas”**. País: España; ISDEFE, 1995. 88 pp.

Drew, Donald R. **Monografía “Dinámica de Sistemas Aplicada”**. País: España; ISDEFE, 1995. 226 pp.

ISDEFE. **Monografía “Ingeniería de Sistemas Aplicada”** (Compilación de casos). País: España; ISDEFE, 1995. 211 pp.

Torrón Duran, Ricardo. **Monografía “El Análisis de Sistemas”**. País: España; ISDEFE, 1997. 138 pp.

Tesis:

Serra, Francisco Manuel Dionisio. **MODISTUR – Un Modelo Dinámico del Sistema Turístico: Implicaciones para la Administración Estratégica de los Destinos Turísticos (Tesis de doctorado)**. Universidad del Algarve, Faro, Portugal , 2003 pp.

APÉNDICE

Tabla de resultados del sistema de afluencia turística

Tiempo (en años)	TURISTAS	Turistas arriban	Turistas abandonan
2007	1,627,550.00	1,715,437.75	1,627,550.00
2008	1,715,437.75	1,808,071.38	1,715,437.75
2009	1,808,071.38	1,905,707.25	1,808,071.38
2010	1,905,707.25	2,008,615.50	1,905,707.25
2011	2,008,615.50	2,117,080.75	2,008,615.50
2012	2,117,080.75	2,231,403.25	2,117,080.75
2013	2,231,403.25	2,351,899.00	2,231,403.25
2014	2,351,899.00	2,478,901.50	2,351,899.00
2015	2,478,901.50	2,612,762.25	2,478,901.50
2016	2,612,762.25	2,753,851.50	2,612,762.25
2017	2,753,851.50	2,902,559.50	2,753,851.50
2018	2,902,559.50	3,059,297.75	2,902,559.50
2019	3,059,297.75	3,224,500.00	3,059,297.75
2020	3,224,500.00	3,398,623.00	3,224,500.00
2021	3,398,623.00	3,582,148.75	3,398,623.00
2022	3,582,148.75	3,775,584.75	3,582,148.75
2023	3,775,584.75	3,979,466.50	3,775,584.75
2024	3,979,466.50	4,194,358.00	3,979,466.50
2025	4,194,358.00	4,420,853.50	4,194,358.00
2026	4,420,853.50	4,659,579.50	4,420,853.50
2027	4,659,579.50	4,911,197.00	4,659,579.50
2028	4,911,197.00	5,176,401.50	4,911,197.00
2029	5,176,401.50	5,455,927.50	5,176,401.50
2030	5,455,927.50	5,750,547.50	5,455,927.50
2031	5,750,547.50	6,061,077.00	5,750,547.50
2032	6,061,077.00	6,388,375.50	6,061,077.00
2033	6,388,375.50	6,733,348.00	6,388,375.50
2034	6,733,348.00	7,096,949.00	6,733,348.00
2035	7,096,949.00	7,480,184.50	7,096,949.00
2036	7,480,184.50	7,884,114.50	7,480,184.50

2037	7,884,114.50	8,309,857.00	7,884,114.50
2038	8,309,857.00	8,758,589.00	8,309,857.00
2039	8,758,589.00	9,231,553.00	8,758,589.00
2040	9,231,553.00	9,730,057.00	9,231,553.00
2041	9,730,057.00	10,255,480.00	9,730,057.00
2042	10,255,480.00	10,809,276.00	10,255,480.00
2043	10,809,276.00	11,392,977.00	10,809,276.00
2044	11,392,977.00	12,008,198.00	11,392,977.00
2045	12,008,198.00	12,656,641.00	12,008,198.00
2046	12,656,641.00	13,340,100.00	12,656,641.00
2047	13,340,100.00	14,060,466.00	13,340,100.00
2048	14,060,466.00	14,819,731.00	14,060,466.00
2049	14,819,731.00	15,619,997.00	14,819,731.00
2050	15,619,997.00	16,463,477.00	15,619,997.00
2051	16,463,477.00	17,352,506.00	16,463,477.00
2052	17,352,506.00	18,289,542.00	17,352,506.00
2053	18,289,542.00	19,277,178.00	18,289,542.00
2054	19,277,178.00	20,318,146.00	19,277,178.00
2055	20,318,146.00	21,415,326.00	20,318,146.00
2056	21,415,326.00	22,571,754.00	21,415,326.00
2057	22,571,754.00	23,790,630.00	22,571,754.00

Tabla de resultados del sistema de crecimiento poblacional

Tiempo (en años)	POBLACIÓN	Nacimientos	Muertes
2007	13,365,033.00	307,395.75	74,844.18
2008	13,597,585.00	312,744.47	76,146.48
2009	13,834,183.00	318,186.22	77,471.42
2010	14,074,898.00	323,722.66	78,819.43
2011	14,319,801.00	329,355.44	80,190.88
2012	14,568,966.00	335,086.22	81,586.20
2013	14,822,466.00	340,916.72	83,005.80
2014	15,080,377.00	346,848.66	84,450.11
2015	15,342,776.00	352,883.84	85,919.54
2016	15,609,740.00	359,024.03	87,414.54
2017	15,881,350.00	365,271.06	88,935.55
2018	16,157,686.00	371,626.78	90,483.04

2019	16,438,830.00	378,093.09	92,057.45
2020	16,724,866.00	384,671.91	93,659.25
2021	17,015,878.00	391,365.19	95,288.91
2022	17,311,954.00	398,174.94	96,946.94
2023	17,613,182.00	405,103.19	98,633.81
2024	17,919,652.00	412,152.00	100,350.05
2025	18,231,454.00	419,323.44	102,096.14
2026	18,548,682.00	426,619.69	103,872.62
2027	18,871,430.00	434,042.91	105,680.01
2028	19,199,792.00	441,595.22	107,518.83
2029	19,533,868.00	449,278.97	109,389.66
2030	19,873,758.00	457,096.44	111,293.04
2031	20,219,562.00	465,049.94	113,229.55
2032	20,571,382.00	473,141.78	115,199.73
2033	20,929,324.00	481,374.44	117,204.21
2034	21,293,494.00	489,750.38	119,243.56
2035	21,664,000.00	498,272.00	121,318.40
2036	22,040,954.00	506,941.94	123,429.34
2037	22,424,466.00	515,762.72	125,577.01
2038	22,814,652.00	524,737.00	127,762.05
2039	23,211,626.00	533,867.38	129,985.10
2040	23,615,508.00	543,156.69	132,246.84
2041	24,026,418.00	552,607.63	134,547.94
2042	24,444,478.00	562,223.00	136,889.08
2043	24,869,812.00	572,005.69	139,270.94
2044	25,302,546.00	581,958.56	141,694.25
2045	25,742,810.00	592,084.63	144,159.73
2046	26,190,734.00	602,386.88	146,668.11
2047	26,646,452.00	612,868.38	149,220.13
2048	27,110,100.00	623,532.31	151,816.55
2049	27,581,816.00	634,381.75	154,458.17
2050	28,061,740.00	645,420.00	157,145.73
2051	28,550,014.00	656,650.31	159,880.08
2052	29,046,784.00	668,076.06	162,661.98
2053	29,552,198.00	679,700.56	165,492.30
2054	30,066,406.00	691,527.31	168,371.88
2055	30,589,562.00	703,559.94	171,301.55
2056	31,121,820.00	715,801.88	174,282.19
2057	31,663,340.00	728,256.81	177,314.70

Tabla de análisis de las variables de nivel del sistema de afluencia turística, crecimiento poblacional y oferta y demanda

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACION DE HABITACIONES	POBLACION	HABITACIONES DISPONIBLES
2007	1,627,550.00	3,308,860.00	13,365,033.00	42,726.00
2008	1,715,437.75	3,377,166.25	13,597,585.00	43,708.00
2009	1,808,071.38	3,443,820.25	13,834,183.00	44,468.52
2010	1,905,707.25	3,503,743.00	14,074,898.00	45,242.28
2011	2,008,615.50	3,564,708.00	14,319,801.00	46,029.49
2012	2,117,080.75	3,626,734.00	14,568,966.00	46,830.41
2013	2,231,403.25	3,689,839.00	14,822,466.00	47,645.25
2014	2,351,899.00	3,754,042.25	15,080,377.00	48,474.28
2015	2,478,901.50	3,819,362.75	15,342,776.00	49,317.73
2016	2,612,762.25	3,885,819.50	15,609,740.00	50,175.86
2017	2,753,851.50	3,953,433.00	15,881,350.00	51,048.93
2018	2,902,559.50	4,022,222.75	16,157,686.00	51,937.18
2019	3,059,297.75	4,092,209.75	16,438,830.00	52,840.89
2020	3,224,500.00	4,163,414.00	16,724,866.00	53,760.32
2021	3,398,623.00	4,235,857.50	17,015,878.00	54,695.75
2022	3,582,148.75	4,309,561.50	17,311,954.00	55,647.45
2023	3,775,584.75	4,384,547.50	17,613,182.00	56,615.72
2024	3,979,466.50	4,460,839.00	17,919,652.00	57,600.83
2025	4,194,358.00	4,538,457.50	18,231,454.00	58,603.09
2026	4,420,853.50	4,617,426.50	18,548,682.00	59,622.78
2027	4,659,579.50	4,697,770.00	18,871,430.00	60,660.22
2028	4,911,197.00	4,779,511.50	19,199,792.00	61,715.71
2029	5,176,401.50	4,862,675.00	19,533,868.00	62,789.56
2030	5,455,927.50	4,947,285.00	19,873,758.00	63,882.10
2031	5,750,547.50	5,033,368.00	20,219,562.00	64,993.65
2032	6,061,077.00	5,120,949.00	20,571,382.00	66,124.54
2033	6,388,375.50	5,210,053.50	20,929,324.00	67,275.11
2034	6,733,348.00	5,300,708.50	21,293,494.00	68,445.70
2035	7,096,949.00	5,392,940.50	21,664,000.00	69,636.65
2036	7,480,184.50	5,486,777.50	22,040,954.00	70,848.32
2037	7,884,114.50	5,582,247.50	22,424,466.00	72,081.09
2038	8,309,857.00	5,679,378.50	22,814,652.00	73,335.30
2039	8,758,589.00	5,778,199.50	23,211,626.00	74,611.33

2040	9,231,553.00	5,878,740.00	23,615,508.00	75,909.56
2041	9,730,057.00	5,981,030.50	24,026,418.00	77,230.39
2042	10,255,480.00	6,085,100.00	24,444,478.00	78,574.20
2043	10,809,276.00	6,190,981.00	24,869,812.00	79,941.39
2044	11,392,977.00	6,298,704.00	25,302,546.00	81,332.37
2045	12,008,198.00	6,408,301.50	25,742,810.00	82,747.55
2046	12,656,641.00	6,519,806.00	26,190,734.00	84,187.36
2047	13,340,100.00	6,633,250.00	26,646,452.00	85,652.21
2048	14,060,466.00	6,748,668.50	27,110,100.00	87,142.56
2049	14,819,731.00	6,866,095.50	27,581,816.00	88,658.84
2050	15,619,997.00	6,985,565.50	28,061,740.00	90,201.51
2051	16,463,477.00	7,107,114.50	28,550,014.00	91,771.02
2052	17,352,506.00	7,230,778.00	29,046,784.00	93,367.83
2053	18,289,542.00	7,356,593.50	29,552,198.00	94,992.43
2054	19,277,178.00	7,484,598.50	30,066,406.00	96,645.30
2055	20,318,146.00	7,614,830.00	30,589,562.00	98,326.92
2056	21,415,326.00	7,747,328.50	31,121,820.00	100,037.81
2057	22,571,754.00	7,882,132.00	31,663,340.00	101,778.47

Tabla de resultados del escenario de epidemia

Tiempo (en años)	POBLACIÓN	HABITACIONES DISPONIBLES	TURISTAS	OCUPACIÓN HABITACIONES
2007	13,365,033.00	42,726.00	1,627,550.00	3,308,860.00
2008	13,405,128.00	43,708.00	1,660,101.00	3,377,166.25
2009	13,445,343.00	43,839.13	1,693,303.00	3,444,709.75
2010	13,485,679.00	43,970.64	1,727,169.00	3,513,603.75
2011	13,526,136.00	44,102.55	1,761,712.38	3,583,875.75
2012	13,566,714.00	44,234.86	1,796,946.63	3,655,553.25
2013	13,607,414.00	44,367.57	1,832,885.50	3,728,664.25
2014	13,648,236.00	44,500.67	1,869,543.13	3,803,237.50
2015	13,689,181.00	44,634.17	1,906,934.00	3,879,302.00
2016	13,730,249.00	44,768.07	1,945,072.63	3,956,888.25
2017	13,771,440.00	44,902.38	1,983,974.00	4,036,025.75
2018	13,812,754.00	45,037.09	2,023,653.50	4,116,746.25
2019	13,854,192.00	45,172.20	2,064,126.50	4,199,081.00
2020	13,895,755.00	45,307.71	2,105,409.00	4,283,062.50
2021	13,937,442.00	45,443.64	2,147,517.25	4,368,724.00

2022	13,979,254.00	45,579.96	2,190,467.50	4,456,098.50
2023	14,021,192.00	45,716.70	2,234,276.75	4,545,220.00
2024	14,063,256.00	45,853.86	2,278,962.25	4,636,124.50
2025	14,105,446.00	45,991.42	2,324,541.50	4,728,847.00
2026	14,147,762.00	46,129.39	2,371,032.25	4,823,423.50
2027	14,190,205.00	46,267.78	2,418,452.75	4,919,892.00
2028	14,232,776.00	46,406.58	2,466,821.75	5,018,289.50
2029	14,275,474.00	46,545.80	2,516,158.25	5,118,655.00
2030	14,318,300.00	46,685.44	2,566,481.25	5,221,028.50
2031	14,361,255.00	46,825.50	2,617,810.75	5,325,448.50
2032	14,404,339.00	46,965.97	2,670,167.00	5,431,957.50
2033	14,447,552.00	47,106.87	2,723,570.25	5,540,596.50
2034	14,490,895.00	47,248.19	2,778,041.50	5,651,408.50
2035	14,534,368.00	47,389.94	2,833,602.25	5,764,436.00
2036	14,577,971.00	47,532.11	2,890,274.25	5,879,725.00
2037	14,621,705.00	47,674.70	2,948,079.75	5,959,338.00
2038	14,665,570.00	47,817.73	3,007,041.25	5,977,216.50
2039	14,709,567.00	47,961.18	3,067,182.00	5,995,147.50
2040	14,753,696.00	48,105.07	3,128,525.50	6,013,133.50
2041	14,797,957.00	48,249.38	3,191,096.00	6,031,173.00
2042	14,842,351.00	48,394.13	3,254,917.75	6,049,266.00
2043	14,886,878.00	48,539.31	3,320,016.00	6,067,414.00
2044	14,931,539.00	48,684.93	3,386,416.25	6,085,616.00
2045	14,976,334.00	48,830.99	3,454,144.50	6,103,873.50
2046	15,021,263.00	48,977.48	3,523,227.25	6,122,185.00
2047	15,066,327.00	49,124.41	3,593,691.75	6,140,552.00
2048	15,111,526.00	49,271.79	3,665,565.50	6,158,973.00
2049	15,156,861.00	49,419.60	3,738,876.75	6,177,450.00
2050	15,202,332.00	49,567.86	3,813,654.25	6,195,983.00
2051	15,247,939.00	49,716.57	3,889,927.25	6,214,571.00
2052	15,293,683.00	49,865.72	3,967,725.75	6,233,215.00
2053	15,339,564.00	50,015.32	4,047,080.25	6,251,914.50
2054	15,385,583.00	50,165.36	4,128,021.75	6,270,670.00
2055	15,431,740.00	50,315.86	4,210,582.00	6,289,482.50
2056	15,478,035.00	50,466.80	4,294,793.50	6,308,350.50
2057	15,524,469.00	50,618.21	4,380,689.50	6,327,276.00

Tabla de resultados del escenario de crisis en el sector hotelero

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACIÓN DE HABITACIONES	POBLACIÓN	HABITACIONES DISPONIBLES
2007	1,627,550.00	3,308,860.00	13,365,033.00	42,726.00
2008	1,715,437.75	3,341,258.25	13,597,585.00	33,412.58
2009	1,808,071.38	3,399,396.00	13,834,183.00	33,993.96
2010	1,905,707.25	3,458,545.75	14,074,898.00	34,585.46
2011	2,008,615.50	3,518,724.50	14,319,801.00	35,187.25
2012	2,117,080.75	3,579,950.50	14,568,966.00	35,799.50
2013	2,231,403.25	3,642,241.50	14,822,466.00	36,422.41
2014	2,351,899.00	3,705,616.50	15,080,377.00	37,056.16
2015	2,478,901.50	3,770,094.25	15,342,776.00	37,700.94
2016	2,612,762.25	3,835,694.25	15,609,740.00	38,356.94
2017	2,753,851.50	3,902,435.25	15,881,350.00	39,024.35
2018	2,902,559.50	3,970,337.50	16,157,686.00	39,703.38
2019	3,059,297.75	4,039,421.50	16,438,830.00	40,394.21
2020	3,224,500.00	4,109,707.50	16,724,866.00	41,097.07
2021	3,398,623.00	4,181,216.50	17,015,878.00	41,812.16
2022	3,582,148.75	4,253,969.50	17,311,954.00	42,539.70
2023	3,775,584.75	4,327,988.50	17,613,182.00	43,279.89
2024	3,979,466.50	4,403,295.50	17,919,652.00	44,032.95
2025	4,194,358.00	4,479,913.00	18,231,454.00	44,799.13
2026	4,420,853.50	4,557,863.50	18,548,682.00	45,578.64
2027	4,659,579.50	4,637,170.50	18,871,430.00	46,371.70
2028	4,911,197.00	4,717,857.50	19,199,792.00	47,178.57
2029	5,176,401.50	4,799,948.00	19,533,868.00	47,999.48
2030	5,455,927.50	4,883,467.00	19,873,758.00	48,834.67
2031	5,750,547.50	4,968,439.50	20,219,562.00	49,684.39
2032	6,061,077.00	5,054,890.50	20,571,382.00	50,548.91
2033	6,388,375.50	5,142,845.50	20,929,324.00	51,428.45
2034	6,733,348.00	5,232,331.00	21,293,494.00	52,323.31
2035	7,096,949.00	5,323,373.50	21,664,000.00	53,233.73
2036	7,480,184.50	5,416,000.00	22,040,954.00	54,160.00
2037	7,884,114.50	5,510,238.50	22,424,466.00	55,102.39
2038	8,309,857.00	5,606,116.50	22,814,652.00	56,061.16
2039	8,758,589.00	5,703,663.00	23,211,626.00	57,036.63
2040	9,231,553.00	5,802,906.50	23,615,508.00	58,029.07
2041	9,730,057.00	5,903,877.00	24,026,418.00	59,038.77

2042	10,255,480.00	6,006,604.50	24,444,478.00	60,066.05
2043	10,809,276.00	6,111,119.50	24,869,812.00	61,111.20
2044	11,392,977.00	6,217,453.00	25,302,546.00	62,174.53
2045	12,008,198.00	6,325,636.50	25,742,810.00	63,256.36
2046	12,656,641.00	6,435,702.50	26,190,734.00	64,357.02
2047	13,340,100.00	6,547,683.50	26,646,452.00	65,476.84
2048	14,060,466.00	6,661,613.50	27,110,100.00	66,616.13
2049	14,819,731.00	6,777,525.00	27,581,816.00	67,775.25
2050	15,619,997.00	6,895,454.00	28,061,740.00	68,954.54
2051	16,463,477.00	7,015,435.00	28,550,014.00	70,154.35
2052	17,352,506.00	7,137,503.00	29,046,784.00	71,375.03
2053	18,289,542.00	7,261,696.00	29,552,198.00	72,616.96
2054	19,277,178.00	7,388,049.00	30,066,406.00	73,880.49
2055	20,318,146.00	7,516,601.50	30,589,562.00	75,166.02
2056	21,415,326.00	7,647,390.50	31,121,820.00	76,473.91
2057	22,571,754.00	7,780,454.50	31,663,340.00	77,804.55

Tabla de resultados del escenario de crecimiento equilibrado

Tiempo (en años)	TURISTAS	OCUPACIÓN DE HABITACIONES	POBLACIÓN	HABITACIONES DISPONIBLES
2007	1,627,550.00	3,308,860.00	13,365,033.00	42,726.00
2008	1,790,305.00	3,377,166.25	13,597,585.00	53,460.13
2009	1,969,335.50	3,714,883.00	13,834,183.00	54,390.34
2010	2,166,269.00	4,086,371.25	14,074,898.00	55,336.73
2011	2,382,896.00	4,495,008.50	14,319,801.00	56,299.59
2012	2,621,185.75	4,944,509.50	14,568,966.00	57,279.20
2013	2,883,304.50	5,438,960.50	14,822,466.00	58,275.86
2014	3,171,635.00	5,928,986.50	15,080,377.00	59,289.86
2015	3,488,798.50	6,032,151.00	15,342,776.00	60,321.51
2016	3,837,678.50	6,137,110.50	15,609,740.00	61,371.11
2017	4,221,446.50	6,243,896.00	15,881,350.00	62,438.96
2018	4,643,591.50	6,352,540.00	16,157,686.00	63,525.40
2019	5,107,951.00	6,463,074.00	16,438,830.00	64,630.74
2020	5,618,746.00	6,575,532.00	16,724,866.00	65,755.32
2021	6,180,620.50	6,689,946.00	17,015,878.00	66,899.46
2022	6,798,682.50	6,806,351.50	17,311,954.00	68,063.52
2023	7,478,551.00	6,924,781.00	17,613,182.00	69,247.81

2024	8,226,406.50	7,045,272.50	17,919,652.00	70,452.73
2025	9,049,047.00	7,167,861.00	18,231,454.00	71,678.61
2026	9,953,952.00	7,292,581.00	18,548,682.00	72,925.81
2027	10,949,347.00	7,419,472.50	18,871,430.00	74,194.73
2028	12,044,282.00	7,548,572.00	19,199,792.00	75,485.72
2029	13,248,710.00	7,679,917.00	19,533,868.00	76,799.17
2030	14,573,581.00	7,813,547.00	19,873,758.00	78,135.47
2031	16,030,939.00	7,949,503.00	20,219,562.00	79,495.03
2032	17,634,034.00	8,087,825.00	20,571,382.00	80,878.25
2033	19,397,438.00	8,228,553.00	20,929,324.00	82,285.53
2034	21,337,182.00	8,371,729.50	21,293,494.00	83,717.30
2035	23,470,900.00	8,517,398.00	21,664,000.00	85,173.98
2036	25,817,990.00	8,665,600.00	22,040,954.00	86,656.00
2037	28,399,790.00	8,816,381.00	22,424,466.00	88,163.81
2038	31,239,770.00	8,969,787.00	22,814,652.00	89,697.87
2039	34,363,748.00	9,125,861.00	23,211,626.00	91,258.61
2040	37,800,124.00	9,284,651.00	23,615,508.00	92,846.51
2041	41,580,136.00	9,446,203.00	24,026,418.00	94,462.03
2042	45,738,152.00	9,610,567.00	24,444,478.00	96,105.67
2043	50,311,968.00	9,777,791.00	24,869,812.00	97,777.91
2044	55,343,164.00	9,947,925.00	25,302,546.00	99,479.25
2045	60,877,480.00	10,121,019.00	25,742,810.00	101,210.19
2046	66,965,228.00	10,297,124.00	26,190,734.00	102,971.24
2047	73,661,752.00	10,476,294.00	26,646,452.00	104,762.94
2048	81,027,928.00	10,658,580.00	27,110,100.00	106,585.80
2049	89,130,720.00	10,844,040.00	27,581,816.00	108,440.40
2050	98,043,792.00	11,032,727.00	28,061,740.00	110,327.27
2051	107,848,176.00	11,224,696.00	28,550,014.00	112,246.96
2052	118,633,000.00	11,420,005.00	29,046,784.00	114,200.05
2053	130,496,304.00	11,618,713.00	29,552,198.00	116,187.13
2054	143,545,936.00	11,820,879.00	30,066,406.00	118,208.79
2055	157,900,528.00	12,026,562.00	30,589,562.00	120,265.63
2056	173,690,592.00	12,235,825.00	31,121,820.00	122,358.25
2057	191,059,648.00	12,448,728.00	31,663,340.00	124,487.28

ANEXOS



Instituto Nacional de Estadística
Dirección de Censos y Encuestas

Proyecciones de Población y Lugares Poblados con base al XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, Periodo 2000-2020.-

Guatemala, octubre 2006

**Guatemala: Población total según grupos quinquenales de edad.
período 2005 –2050**

Grupos quinquenales de edad	Población total									
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Total	12.700.611	14.361.666	16.176.133	18.055.025	19.962.201	21.804.279	23.546.402	25.164.137	26.632.081	27.928.779
0- 4	2.036.448	2.185.745	2.262.514	2.316.795	2.336.459	2.318.867	2.289.179	2.196.048	2.110.086	2.017.767
5- 9	1.823.764	2.004.670	2.142.308	2.243.663	2.302.912	2.323.779	2.307.465	2.259.135	2.187.283	2.102.498
10-14	1.624.227	1.798.262	1.988.541	2.130.908	2.237.241	2.298.906	2.318.242	2.302.498	2.254.724	2.183.407
15-19	1.379.668	1.590.147	1.776.352	1.972.600	2.121.313	2.228.063	2.288.336	2.310.429	2.295.500	2.248.505
20-24	1.180.337	1.322.125	1.553.450	1.749.662	1.956.141	2.105.175	2.212.643	2.274.061	2.297.421	2.283.808
25-29	952.749	1.128.960	1.286.639	1.524.790	1.728.927	1.934.921	2.084.338	2.192.864	2.255.684	2.280.582
30-34	753.187	913.192	1.099.039	1.261.035	1.502.685	1.705.919	1.911.314	2.061.268	2.170.819	2.235.034
35-39	600.195	725.691	889.673	1.076.426	1.240.370	1.479.914	1.682.099	1.886.937	2.037.208	2.147.586
40-44	492.778	580.303	707.191	870.464	1.056.546	1.219.067	1.456.279	1.657.367	1.861.322	2.011.611
45-49	409.715	475.449	563.431	689.548	851.434	1.034.907	1.195.681	1.430.269	1.629.791	1.832.371
50-54	367.087	393.702	459.432	546.555	671.179	830.105	1.010.396	1.169.061	1.400.238	1.597.475
55-59	310.935	350.124	377.242	442.036	527.764	649.476	804.611	980.919	1.136.593	1.363.091
60-64	233.661	292.331	330.803	357.891	421.154	504.222	621.985	772.151	942.951	1.094.274
65-69	193.007	214.491	269.838	306.756	333.515	393.959	473.252	585.645	728.800	891.751
70-74	156.279	170.028	190.050	240.655	275.330	300.998	357.361	431.415	536.097	669.201
75-79	107.438	128.990	141.254	159.170	203.389	234.531	258.331	309.051	375.592	469.347
80+	79.135	107.456	138.376	166.071	195.842	243.470	294.890	345.019	411.972	500.471

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE, con base en el XI censo de población y VI de habitación 2002

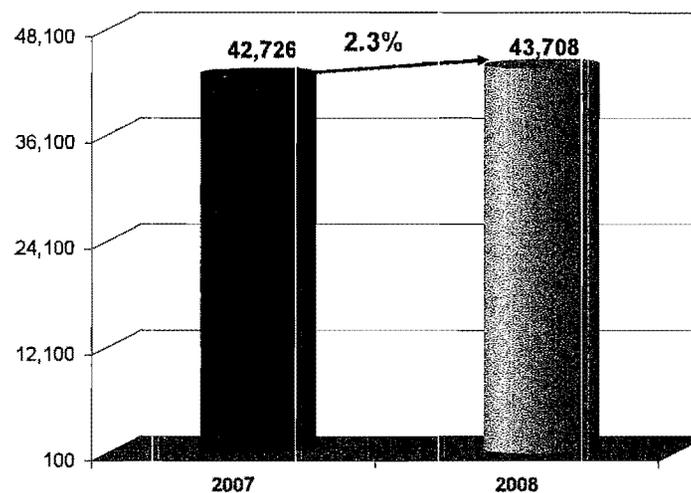
BOLETIN ANUAL ESTADISTICAS DE TURISMO

2008

Oferta total de habitaciones 2007-2008

DEPARTAMENTOS	2007	2008	VARIACIONES	
			ABSOLUTA	RELATIVA
TOTALES	42,726	43,708	982	2.3%
<i>Alta Verapaz</i>	1,840	1,864	24	1.3%
<i>Baja Verapaz</i>	476	507	31	6.5%
<i>Chimaltenango</i>	485	521	36	7.4%
<i>Chiquimula</i>	3,012	3,175	163	5.4%
<i>El Progreso</i>	196	216	20	10.2%
<i>Escuintla</i>	2,196	2,228	32	1.5%
<i>Guatemala</i>	8,742	8,375	(367)	-4.2%
<i>Huehuetenango</i>	3,154	3,418	264	8.4%
<i>Izabal</i>	2,661	2,611	(50)	-1.9%
<i>Jalapa</i>	472	490	18	3.8%
<i>Jutiapa</i>	844	862	18	2.1%
<i>Petèn</i>	3,107	3,345	238	7.7%
<i>Quetzaltenango</i>	2,973	3,111	138	4.6%
<i>Quiché</i>	1,529	1,592	63	4.1%
<i>Retalhuleu</i>	890	984	94	10.6%
<i>Sacatepequez</i>	1,972	2,040	68	3.4%
<i>San Marcos</i>	2,320	2,386	66	2.8%
<i>Santa Rosa</i>	947	995	48	5.1%
<i>Solola</i>	2,591	2,646	55	2.1%
<i>Suchitepequez</i>	1,112	1,083	(29)	-2.6%
<i>Totonicapan</i>	484	492	8	1.7%
<i>Zacapa</i>	723	767	44	6.1%

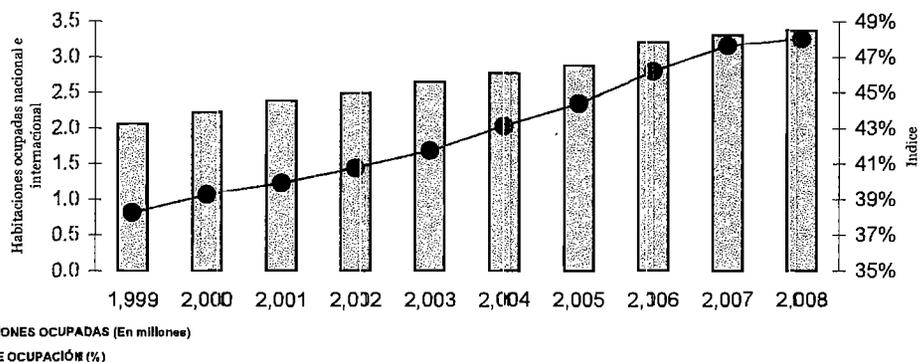
Oferta Total de Habitaciones 2007-2008



Reseña histórica de ocupación hotelera 1999-2008

AÑOS	HABITACIONES OCUPADAS (Entre nacionales e internacionales)	INDICE DE OCUPACIÓN
1,999	2,057,646	38.24%
2,000	2,220,149	39.25%
2,001	2,382,927	39.90%
2,002	2,489,355	40.75%
2,003	2,649,488	41.74%
2,004	2,764,842	43.12%
2,005	2,879,511	44.39%
2,006	3,202,604	46.18%
2,007	3,308,863	47.63%
2,008	3,376,576	48.01%

Comparación de Habitaciones Ocupadas e Índice de Ocupación 1999-2008



Fuente: Sección de Estadística, del Cuestionario Hotelero COH-7 OCUPATUR

En el cuadro se muestra la cantidad de habitaciones ocupadas en periodos anuales y sus correspondientes índices de ocupación hotelera en el transcurso de 10 años, en las gráficas se observa la tendencia de aumento del índice y del número de habitaciones ocupadas. La cantidad de habitaciones ocupadas en 1999 es de 2 millones 057 mil y en el 2008 es de 3 millones 376 mil ocupadas por huéspedes nacionales como internacionales