



# PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL CALL CENTER TBANC

---

"Un nuevo concepto en banca de personas"

**JAIME MIRANDA**

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile

# AGENDA

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA
2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA
4. MODELO ANALÍTICO
5. MODELOS DE SIMULACIÓN
6. RESULTADOS
7. CONCLUSIONES



# ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

## TBANC OFRECE SERVICIOS:

- Desde cualquier parte del mundo
- Las 24 horas del día
- Por vía telefónica o Internet



## PRODUCTOS Y SERVICIOS

- Básicos: cuenta corriente, líneas y tarjetas de crédito.
- Otros productos: pago automáticos de cuentas, créditos de consumo y automotriz.
- Servicio de mensajería: recolección y distribución de documentos

# ANTECEDENTES DE LA EMPRESA (2)

## LA EMPRESA NECESITA

- Proceso productivo altamente coordinado y eficiente.
- Entregar un valor agregado a sus productos mayor que la banca tradicional.



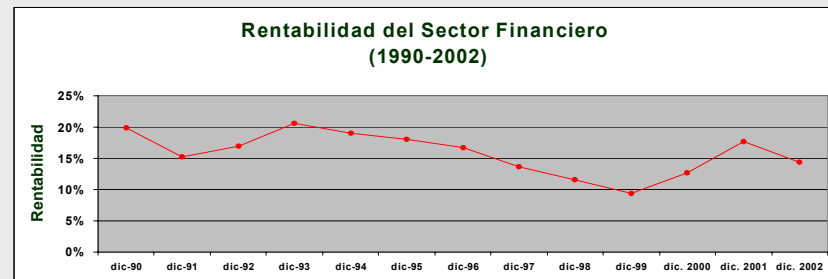
## PRINCIPALES TAREAS

- Definir políticas de asignación de recurso:
  - **Ejecutivos de cuenta** - Mensajeros – Vehículos.
- Responder eficientemente a los requerimientos de los clientes
  - Consultas de saldo.
  - Solicitud de créditos.
  - Cierre de productos.

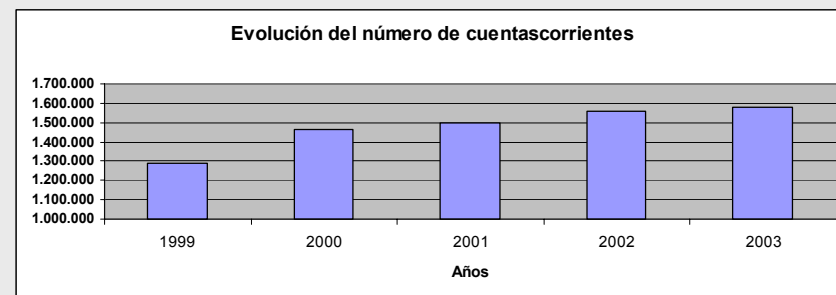
## CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Altamente competitivo – Inclusión de nuevos actores (casas comerciales).
- Existe una enorme inversión en costosas campañas de captación.
- Los productos ofrecidos son “similares” aumentando la necesidad del posicionamiento de la marca.
- No existe una diferenciación notoria entre los productos ofrecidos.
- Existe una estrecha relación entre la rentabilidad y el tamaño de su cartera de clientes.

### Rentabilidad del sector financiero chileno



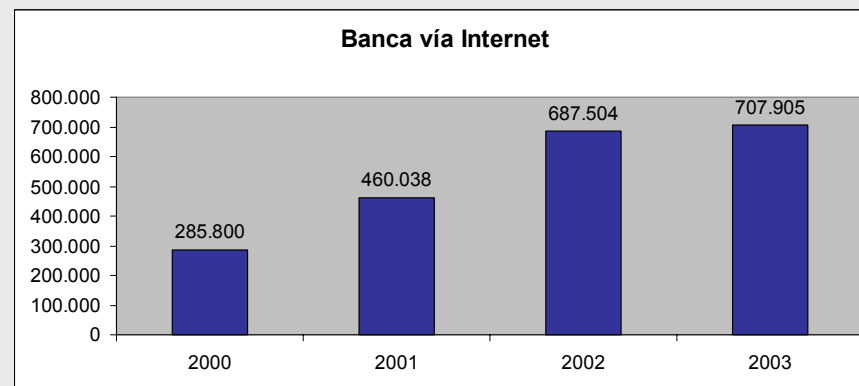
### Evolución número de cuentacorrientes



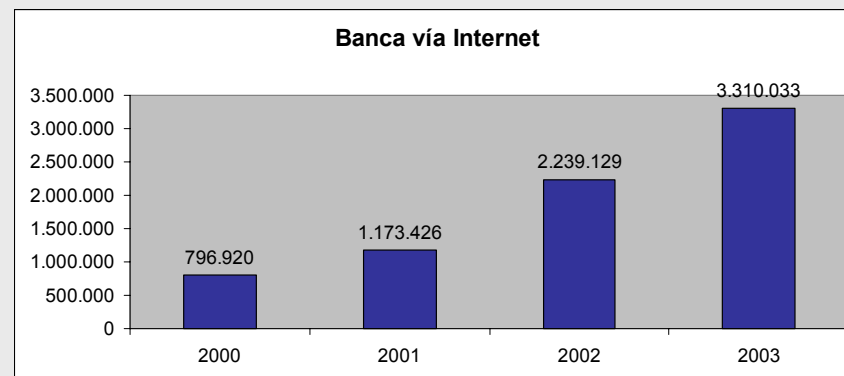
## CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Aumento creciente en las transacciones por Internet.
- Mayor conocimiento y un menor rechazo las nuevas tecnologías de la información.
- Incremento en los delitos computacionales: **HACKERS**

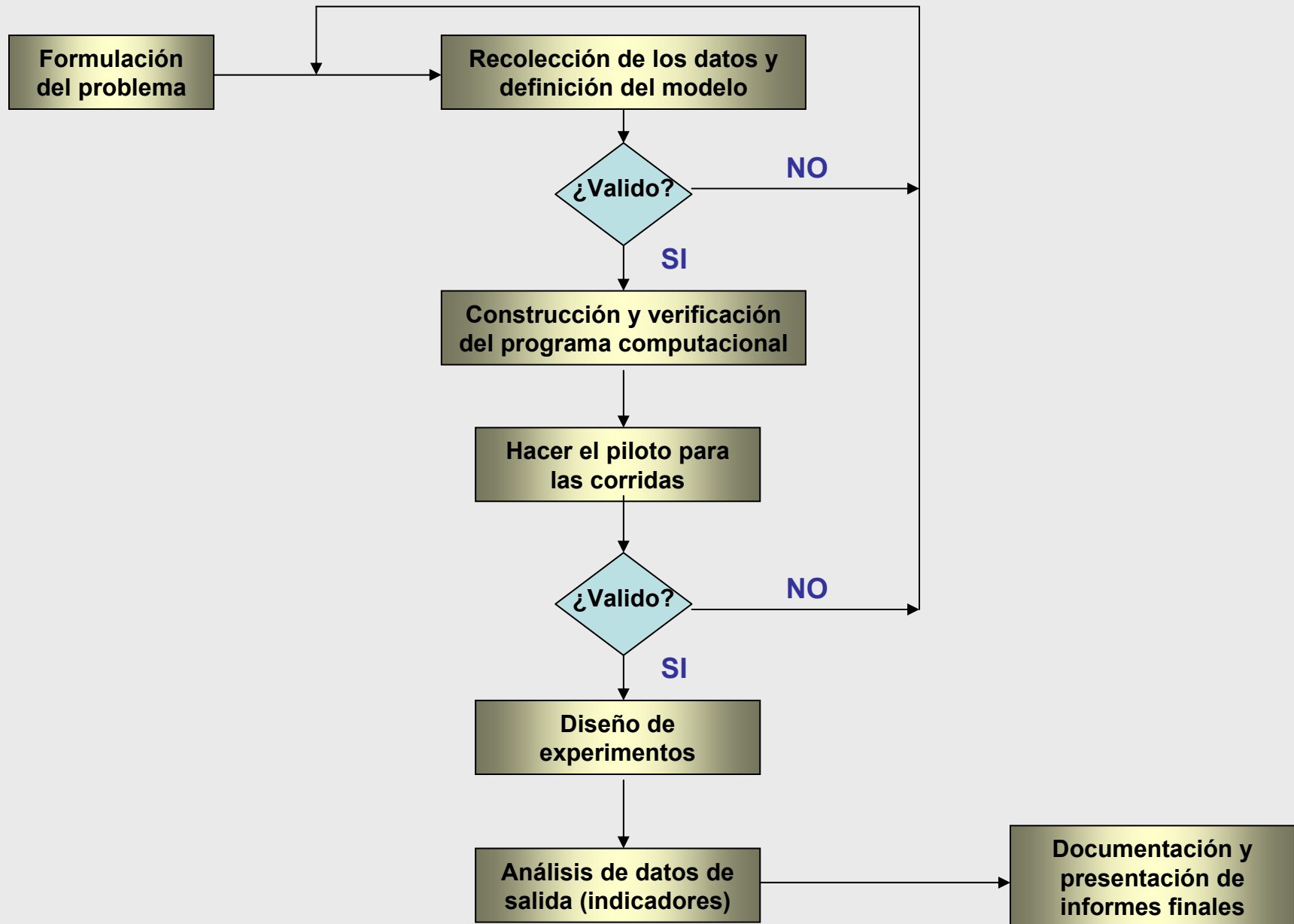
## EVOLUCION BANCA INTERNET



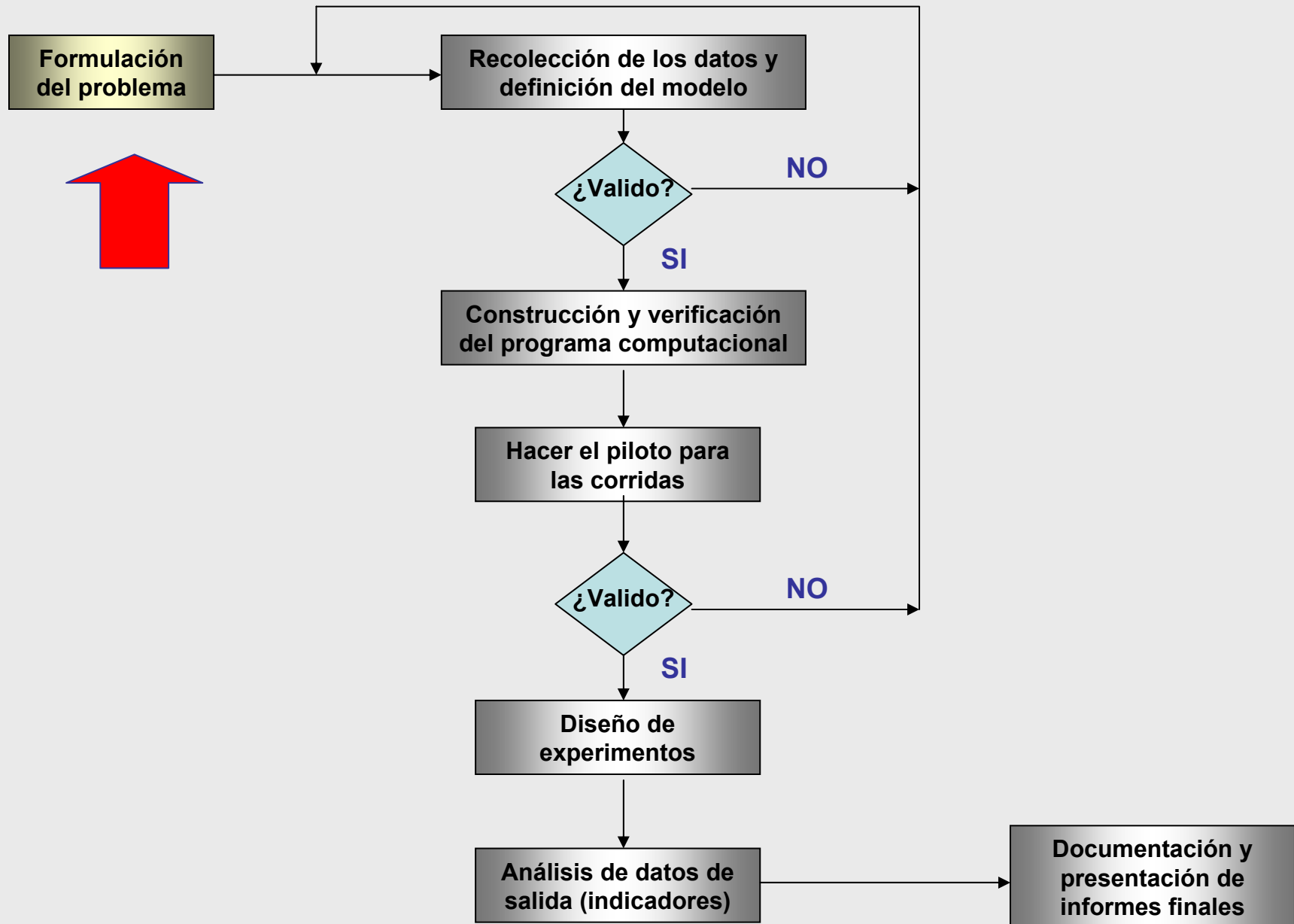
## TRANSACCIONES ELECTRONICAS DE FONDOS (TEF)



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION





## GENERAL

- “Estudio, diseño, desarrollo e implantación de modelos que permitan dimensionar la capacidad productiva de TBANC en las áreas de atención al cliente.”

## ESPECÍFICOS

- Analizar los trade-offs entre: recursos productivos v/s niveles de servicio.
- Determinar la capacidad del Call Center mediante la combinación de modelos analíticos y de simulación.
- Proponer mejoras en la gestión de operaciones de la empresa.

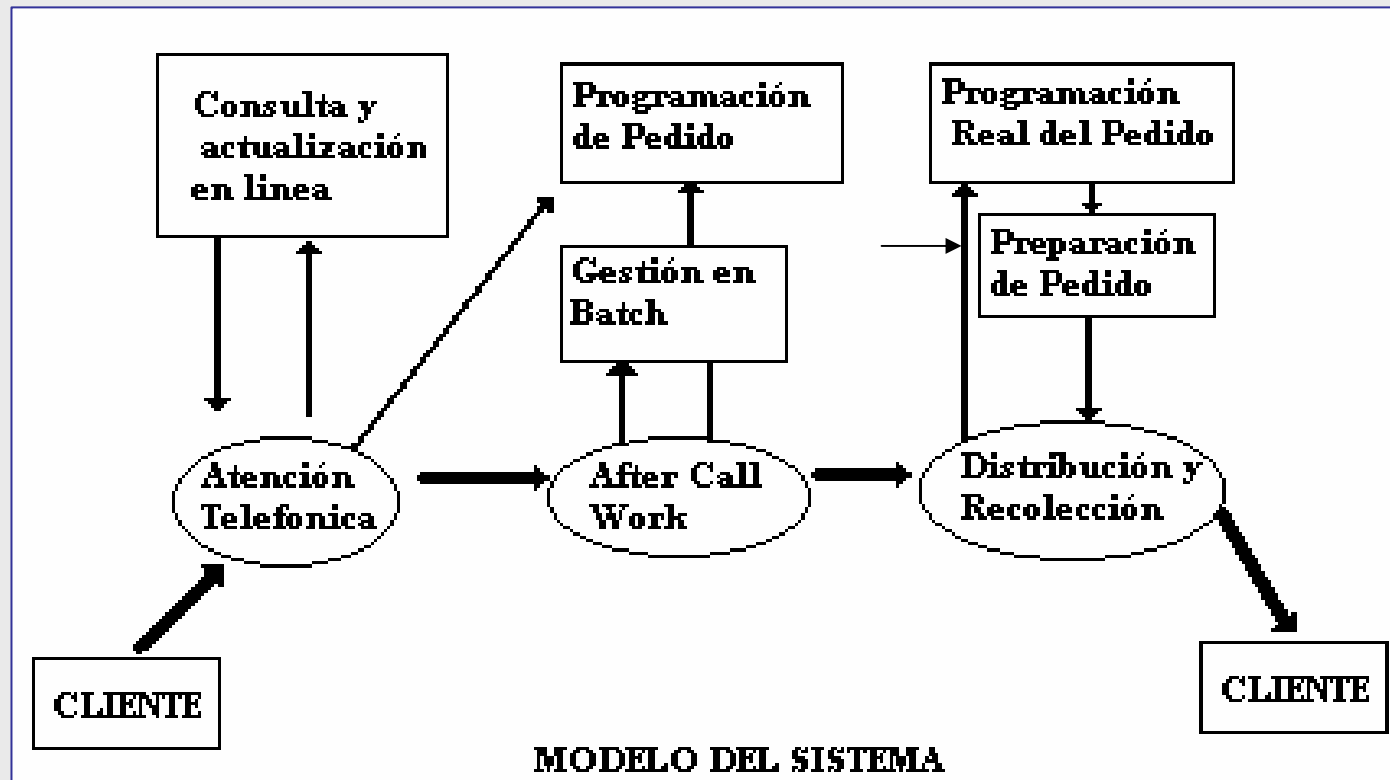
## JUSTIFICACION

- Existen proyecciones de crecimiento de la cartera (18.000 – 24.000).
- Actuales niveles de servicio deteriorados
- Necesidad de cuantificar: **Nivel de servicio v/s Costos**
- Planificar la asignación de recursos de la empresa.
- Búsqueda de eficiencia.



## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA (2)

### PROCESO “ATENCIÓN AL CLIENTE”



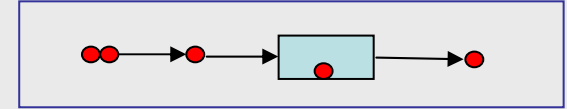
## ELEMENTOS TEORÍA DE COLAS

### → Proceso de llegada

- Llamadas telefónicas de clientes.
- Distintos tipos de clientes.
- Distribución empírica de las llamadas.

### → Proceso de atención

- Tiempos de atención de ejecutivos
- Dependen del tipo de cliente
- Distribución empírica
- “Shot down”
- Generación de turnos



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA (4)

## ELEMENTOS TEORIA DE COLAS

→ Número de servidores

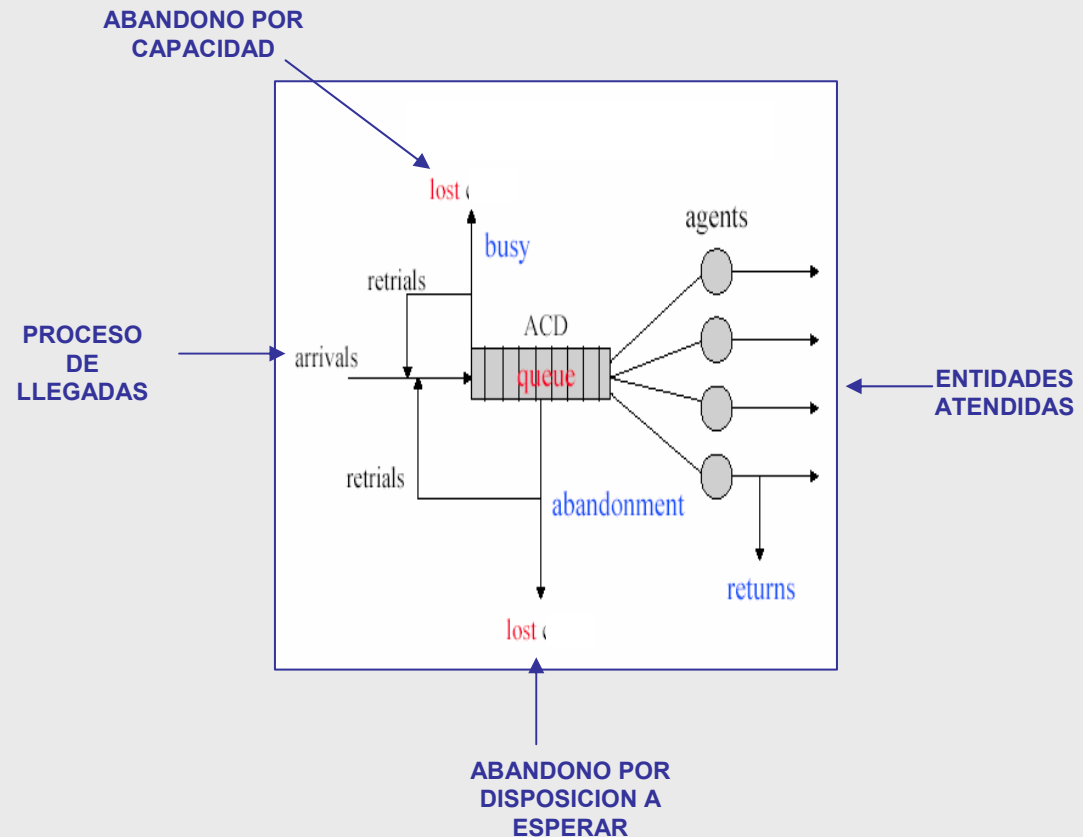
- ¿Cuántos ejecutivos necesito?
- Variable de decisión

→ Política de atención

- Sin prioridad.
- Atención FIFO.

→ Capacidad del sistema

- Capacidad finita
- 132 líneas



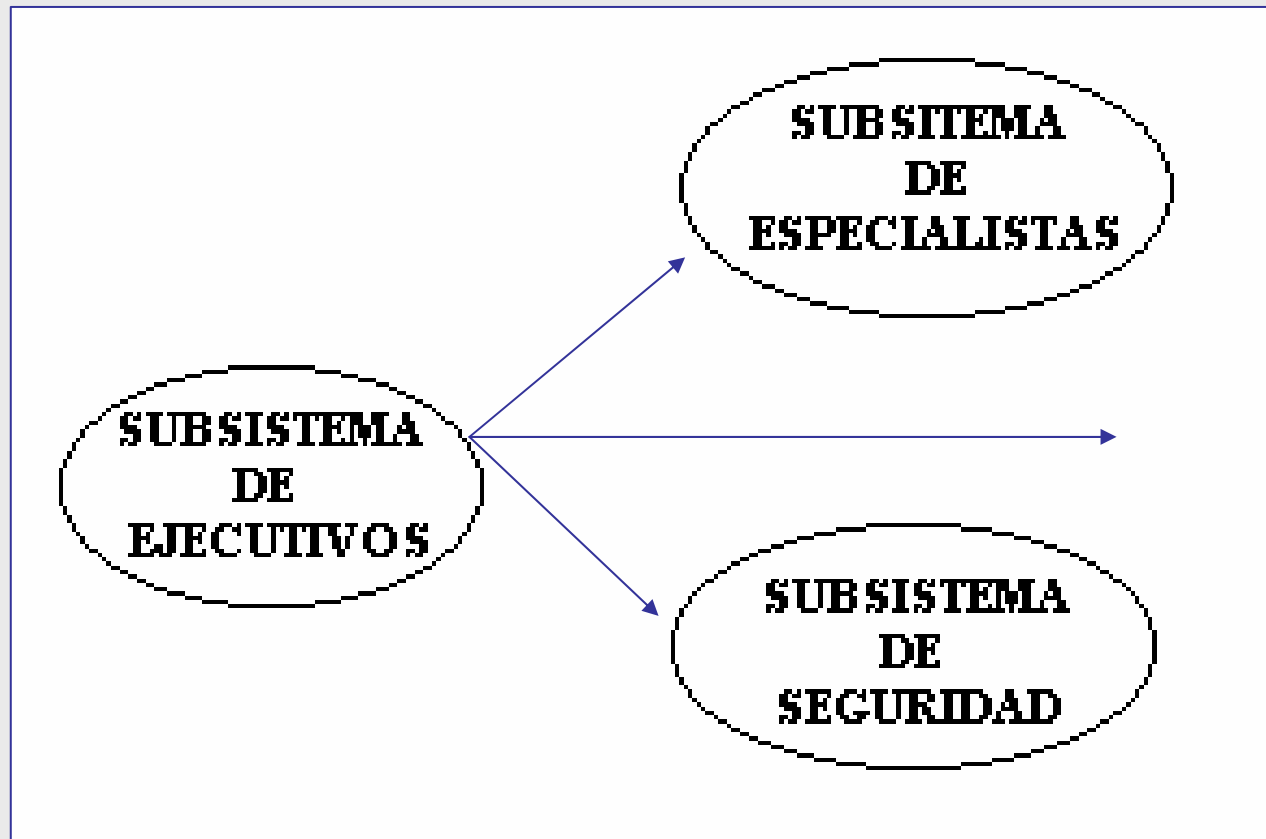
## ELEMENTOS DEL CALL CENTER

- Recursos productivos
  - Ejecutivos - líneas telefónicas
- Configuración del proceso
  - Procedimientos y reglas de las operaciones
- Carga de trabajo
  - Tipo, frecuencia y comportamiento de la llamadas.
- Niveles de servicio
  - Indicadores de la calidad del servicio
  - Llamadas perdidas y atendidas
  - Tiempos de atención

# VARIABLES DEL SISTEMA

- Tiempo de llegada de los clientes
  - Identificación de la demanda del servicio.
- Tiempo de atención telefónica (ACD)
  - Depende del tipo de cliente: NUEVO-ANTIGUO-OTRO.
- Tiempo de atención telefónica (ACW)
  - Depende del tipo de cliente: NUEVO-ANTIGUO-OTRO.
- Horarios de atención
  - Colaciones: mañana – tarde – noche.
  - Asignación de turnos.
- Imprevistos en la atención.

# MODELO DE CALL CENTER





## SUBSISTEMA DE EJECUTIVOS

- Es la que determina la capacidad del call center: **CRITICO!!**
- **Una demora causa:** llamadas perdidas - largos tiempos de espera
- Responsables del buen o mal servicio.
- Atención directa de llamados (ACD).
- Atención después del llamado (ACW).

## SUBSISTEMA DE ESPECIALISTAS

- No es critico para el proceso.
- Es posible aplazar solicitudes.
- Fracción reducida de los llamados.
- La capacidad se deriva de la capacidad del subsistema de ejecutivos.

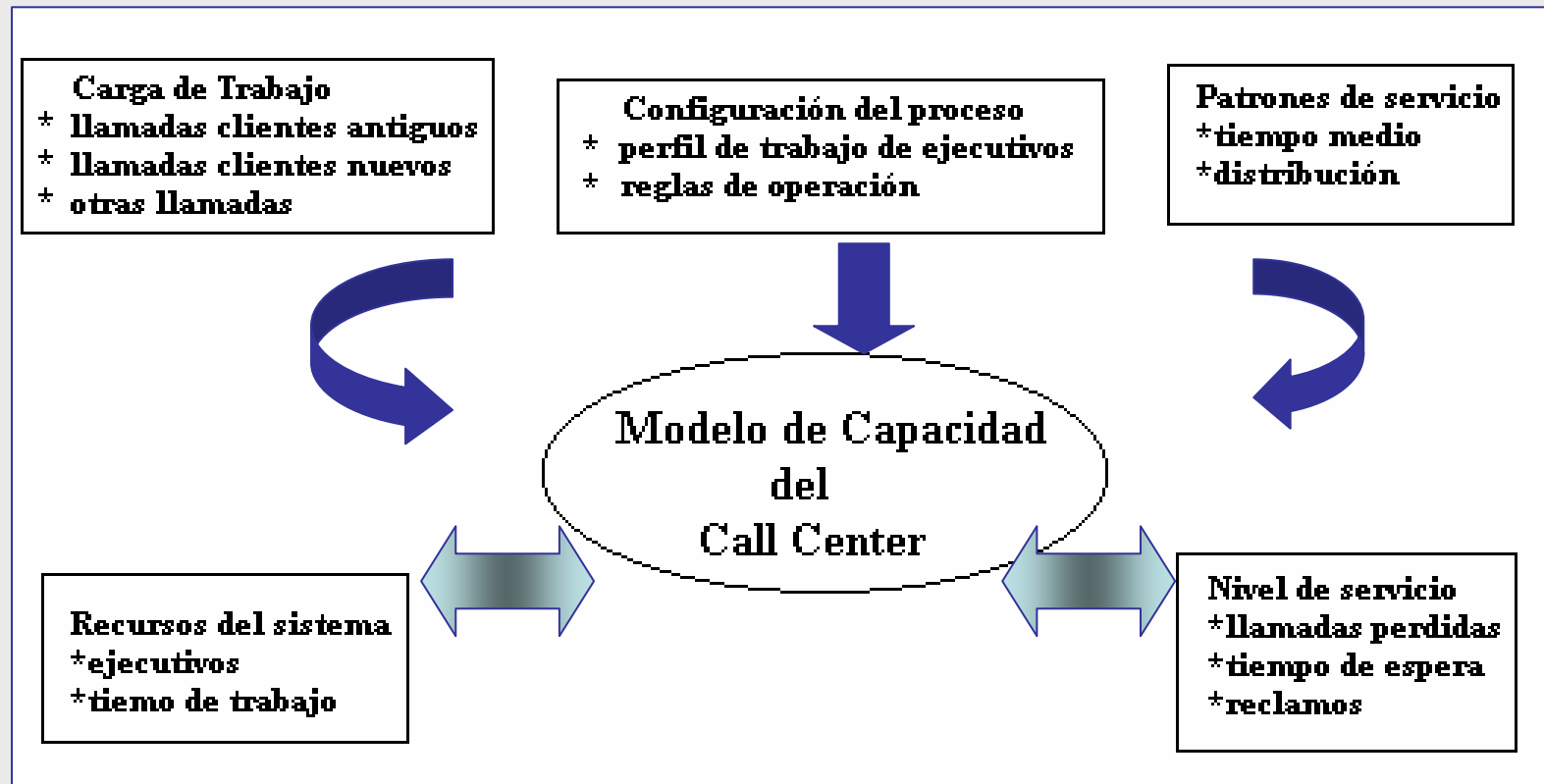
## SEGURIDAD

- No es sensible al volumen de clientes.
- Sólo es sensible a la tasa de crecimiento (campañas de captación)
- Se estima que sólo se necesita un operario (juicio experto)
  - En el largo plazo se usará un operario.
- Una vez en la vida del cliente.

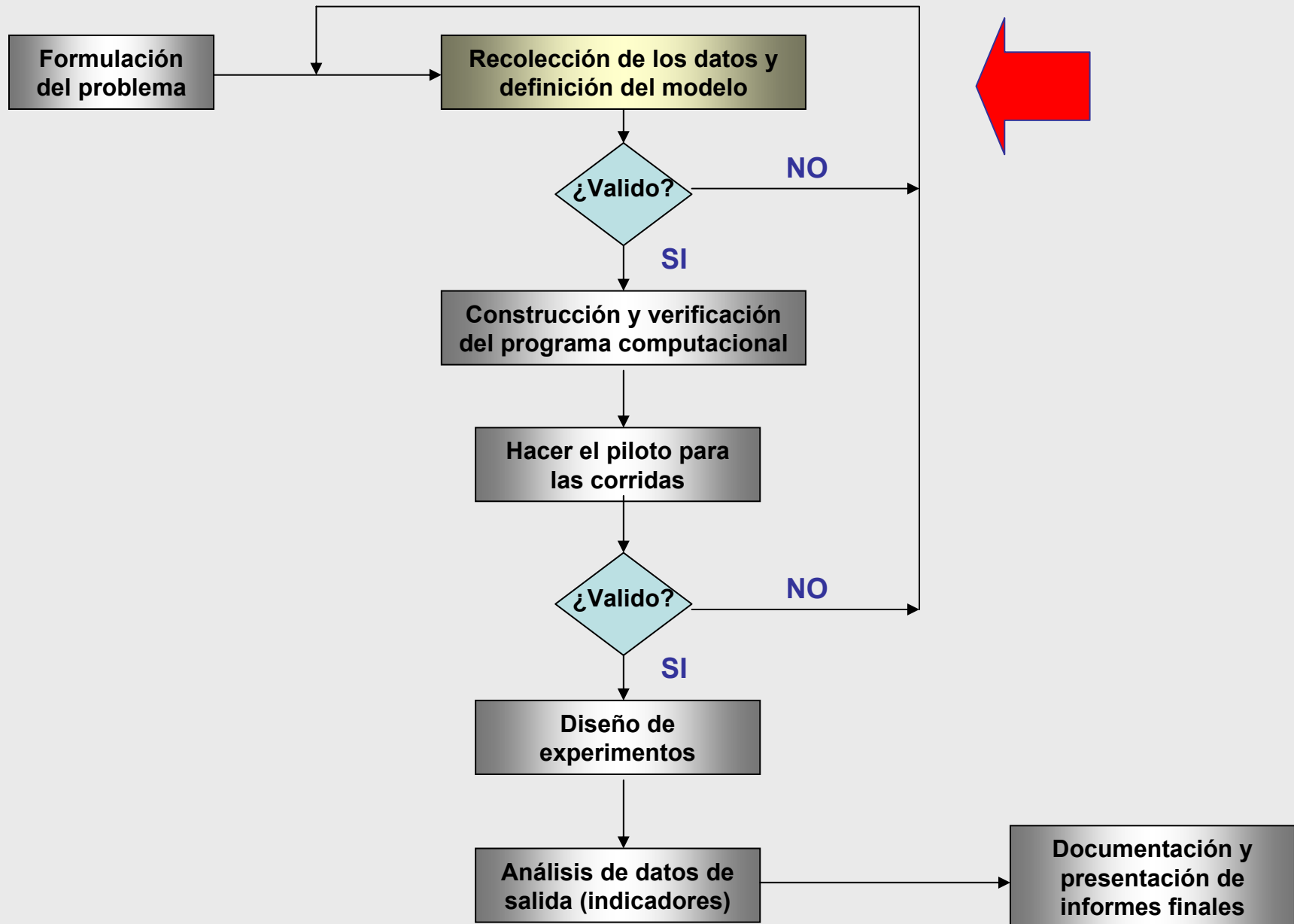
## CARACTERIZACIÓN

- Demanda heterogénea: **Distintos tipos de clientes**
  - Antiguos.
  - Nuevos.
  - Otros clientes.
  
- Etapas de la atención:
  - 1º: Contacto directo con el cliente con tiempo variable (ACD).
  - 2º: Sin contacto con el cliente pero vinculado con la llamada (ACW).
  
- Perfiles específicos de los ejecutivos
  - Atenciones exclusivas a ciertos tipo de clientes.
  
- Tiempo real de trabajo
  - $ACD + ACW$
  - Algunas consideraciones especiales.

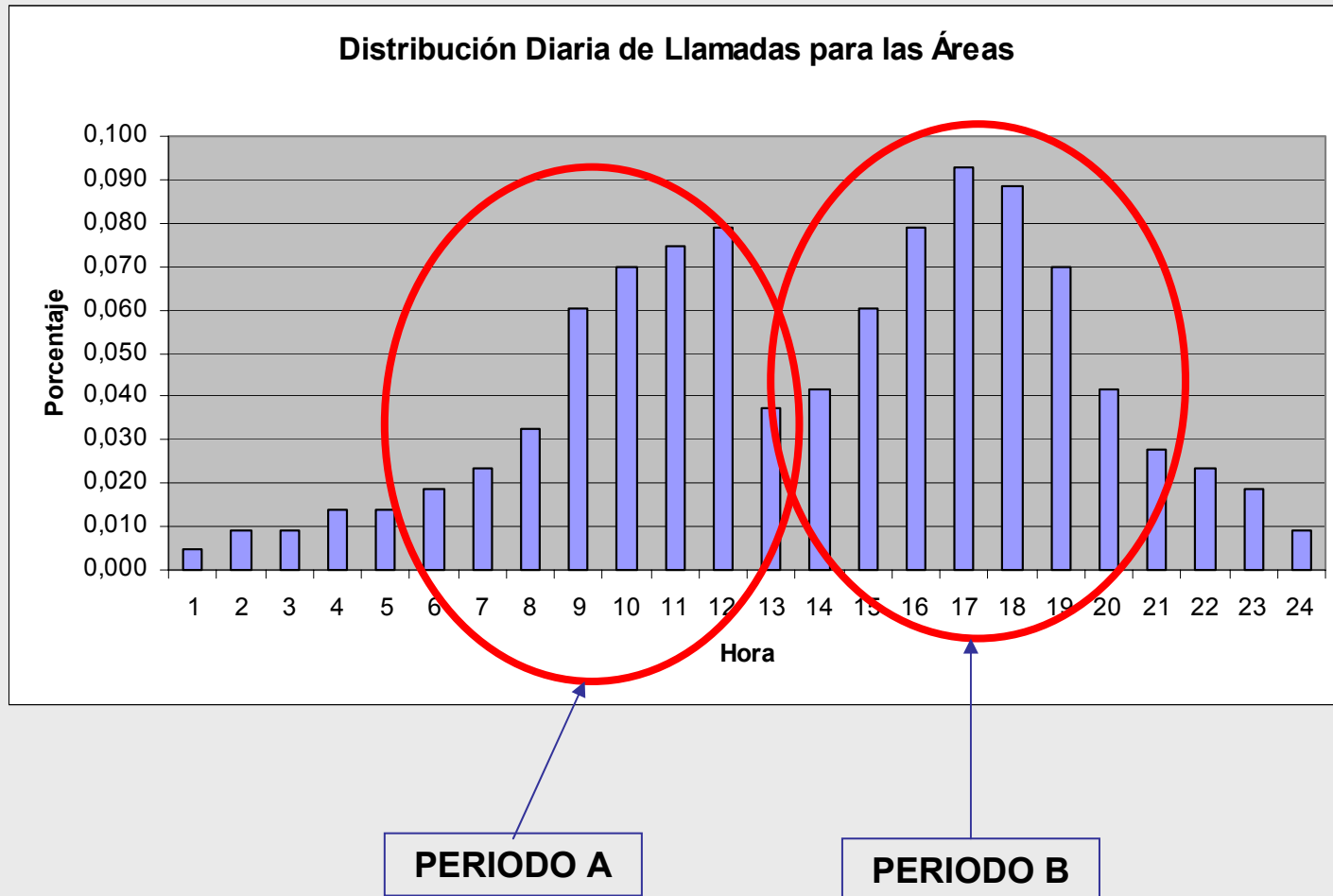
### MODELO CONCEPTUAL



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION

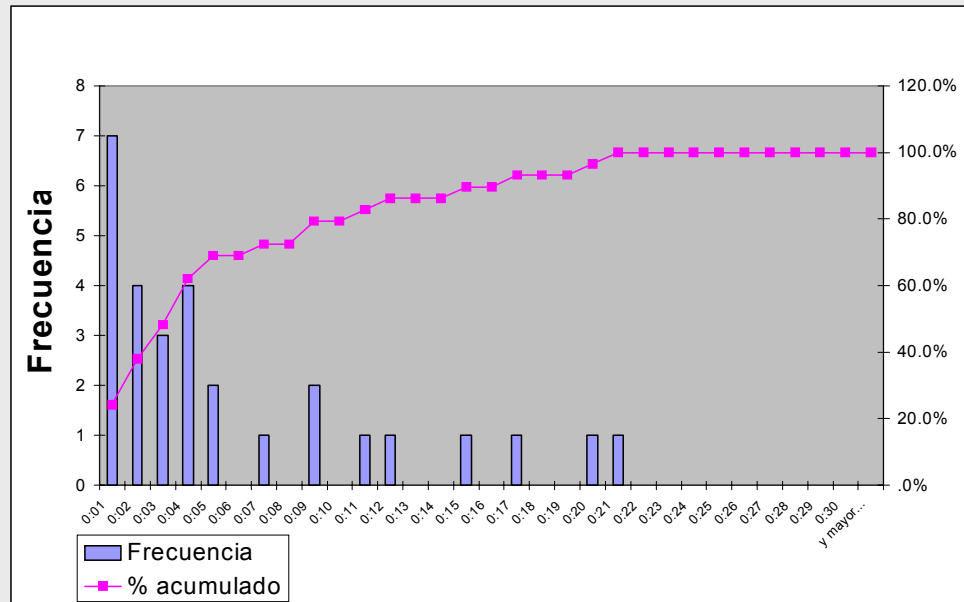


# DISTRIBUCION DE LLAMADOS DIARIO



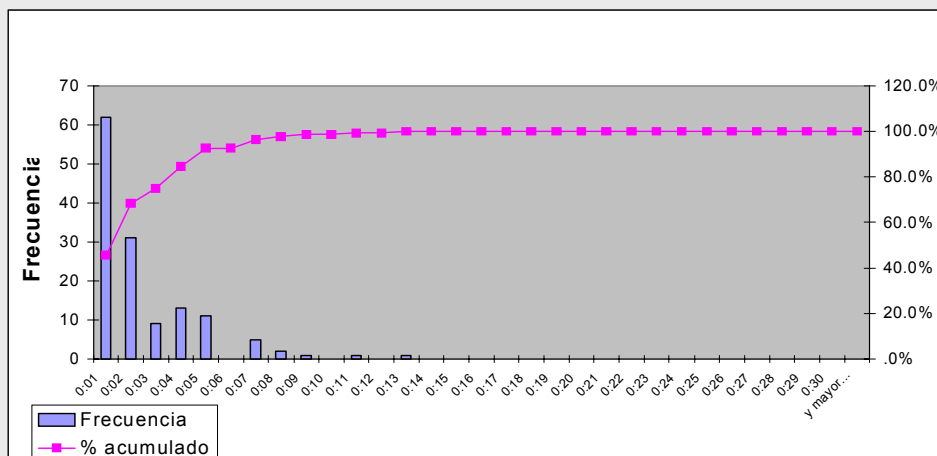
# DISTRIBUCION TIEMPOS ENTRE LLAMADOS: NUEVOS

CLASES	Frecuencia	% acumulado
0:01	7	24.14%
0:02	4	37.93%
0:03	3	48.28%
0:04	4	62.07%
0:05	2	68.97%
0:06	0	68.97%
0:07	1	72.41%
0:08	0	72.41%
0:09	2	79.31%
0:10	0	79.31%
0:11	1	82.76%
0:12	1	86.21%
0:13	0	86.21%
0:14	0	86.21%
0:15	1	89.66%
0:16	0	89.66%
0:17	1	93.10%
0:18	0	93.10%
0:19	0	93.10%
0:20	1	96.55%
0:21	1	100.00%
0:22	0	100.00%
0:23	0	100.00%
0:24	0	100.00%
0:25	0	100.00%
0:26	0	100.00%
0:27	0	100.00%
0:28	0	100.00%
0:29	0	100.00%
0:30	0	100.00%
y mayor...	0	100.00%



# DISTRIBUCION TIEMPOS ENTRE LLAMADOS: ANTIGUOS

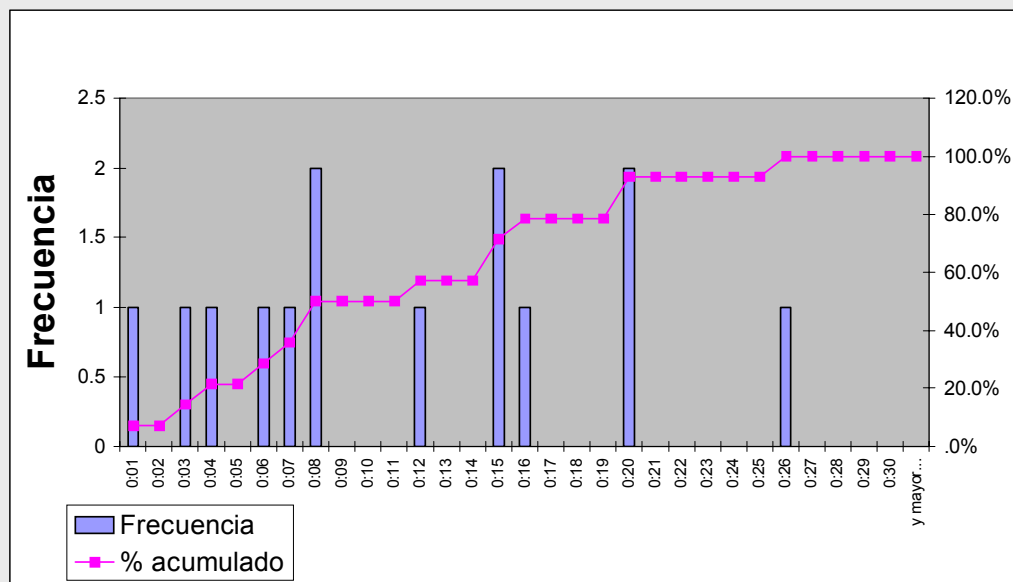
CLASES	Frecuencia	% acumulado
0:01	62	45.59%
0:02	31	68.38%
0:03	9	75.00%
0:04	13	84.56%
0:05	11	92.65%
0:06	0	92.65%
0:07	5	96.32%
0:08	2	97.79%
0:09	1	98.53%
0:10	0	98.53%
0:11	1	99.26%
0:12	0	99.26%
0:13	1	100.00%
0:14	0	100.00%
0:15	0	100.00%
0:16	0	100.00%
0:17	0	100.00%
0:18	0	100.00%
0:19	0	100.00%
0:20	0	100.00%
0:21	0	100.00%
0:22	0	100.00%
0:23	0	100.00%
0:24	0	100.00%
0:25	0	100.00%
0:26	0	100.00%
0:27	0	100.00%
0:28	0	100.00%
0:29	0	100.00%
0:30	0	100.00%
y mayor...	0	100.00%





# DISTRIBUCION TIEMPOS ENTRE LLAMADOS: OTROS

CLASES	Frecuencia	% acumulado
0:01	1	7.14%
0:02	0	7.14%
0:03	1	14.29%
0:04	1	21.43%
0:05	0	21.43%
0:06	1	28.57%
0:07	1	35.71%
0:08	2	50.00%
0:09	0	50.00%
0:10	0	50.00%
0:11	0	50.00%
0:12	1	57.14%
0:13	0	57.14%
0:14	0	57.14%
0:15	2	71.43%
0:16	1	78.57%
0:17	0	78.57%
0:18	0	78.57%
0:19	0	78.57%
0:20	2	92.86%
0:21	0	92.86%
0:22	0	92.86%
0:23	0	92.86%
0:24	0	92.86%
0:25	0	92.86%
0:26	1	100.00%
0:27	0	100.00%
0:28	0	100.00%
0:29	0	100.00%
0:30	0	100.00%
y mayor...	0	100.00%





# ENFOQUES DE SOLUCIÓN IMPLEMENTADOS

---

Modelación Estocástica del Sistema

**JAIME MIRANDA**

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile

## MODELOS ANALITICOS

### VENTAJAS

- Fórmulas aproximadas de fácil computo.
- Identificación precisa de los trade off.

### DESVENTAJAS

- Resultados exactos solo para un conjunto reducido de casos.
- Cambios en los supuestos pueden ser difíciles de internalizar.

## MODELOS DE SIMULACION

### VENTAJAS

- Gran flexibilidad en la modelación.
- Existencia de herramientas de apoyo.

### DESVENTAJAS

- Para estudiar cada efecto se requiere de un fuerte trabajo estadístico.
- La influencia de cada variable sobre otra requiere de un nuevo experimento.

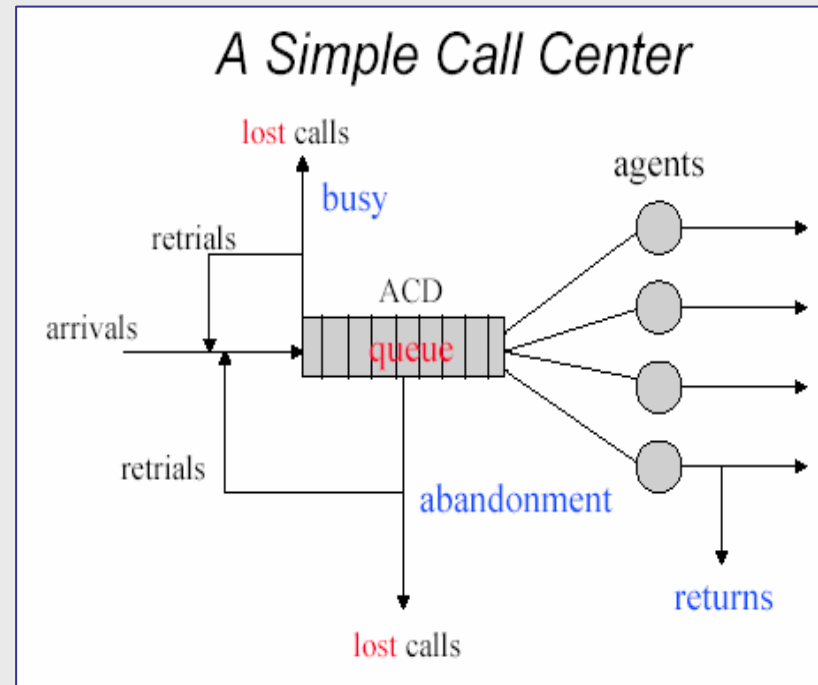
## JUSTIFICACIÓN

- Crucial en la identificación de trade-offs.
- Independiente de las limitantes, mejora drásticamente el uso de la simulación.
- Rapidez en el cálculo de medidas de desempeño tradicionales
  - Abandonos
  - Esperas
  - Rediscados

## UTILIZACIÓN DE ESTOS MODELOS

- Planificación de la capacidad
- Asistir control operacional de los call-centers
- Proveen información para algoritmos de staffing (número de agentes, habilidades asociadas)

Modelos utilizados se basan en la construcción de procesos de nacimiento y muerte (cadenas de Markov en tiempo continuo)



## SIMPLIFICACIONES DEL MODELO

- Un solo tipo de clientes.
  - Tasa de llegada (suma de tasas clientes nuevos, antiguos y otros)
- Un solo tipo de atención
  - Media de atención (promedio ponderado de medias para clientes nuevos, antiguos y otros), para cada fase del servicio.
- No existen rediscados
- No existen Breaks por parte de los ejecutivos (servidores).
- Número ilimitado de líneas
  - Capacidad infinita
- Política de atención FIFO

## • NOTACIÓN:

- $p_j^{(\tau)}$  Fracción del tiempo del LP que el sistema M/G/c pasa con  $j$  entidades, considerando que éstos son impacientes (máxima espera  $\tau$ )
- $p_j^{(\infty)}$  Fracción del tiempo del LP que el sistema estándar M/G/c pasa con  $j$  entidades (no hay tiempo máximo de espera).
- $W_q^{(\infty)}(t)$  Fracción de los consumidores en el LP para los cuales el tiempo de espera en cola no sobrepasa  $t$ , con  $t > 0$ , para un sistema estándar M/G/1. Para estos casos se tiene que:

$$P\{W_q^{(\infty)} \leq t\} = W_q^{(\infty)}(t), t \geq 0$$

- $V^{(\tau)}(x)$  Función de distribución de la probabilidad estacionaria de la carga de trabajo en el modelo M/G/C con clientes impacientes. La probabilidad de perder un cliente:

$$P_{loss} = 1 - V^{(\tau)}(\tau)$$

$$V^{(\tau)}(x) = \gamma \cdot V^{(\infty)}(x), 0 \leq x \leq \tau$$

$$1 - P_{loss} = \gamma \cdot W_q^{(\infty)}(\tau)$$



- Pero:

$$\lambda(1 - P_{loss})E(S) = 1 - p_0^{(\tau)}$$

$$p_0^{(\tau)} = V^{(\tau)}(0) = \gamma V^{(\infty)}(\tau)$$

$$V^{(\infty)}(0) = 1 - \rho$$

- De manera que:

$$P_{loss} = \frac{(1-\rho) \cdot (\gamma - 1)}{\rho}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 - \rho \cdot P\{W_q^{(\infty)} > \tau\}}$$

- Así,

$$P_{loss} = \frac{(1-\rho) \cdot P\{W_q^{(\infty)} > \tau\}}{1-\rho \cdot P\{W_q^{(\infty)} > \tau\}}$$

$$P\{W_q^{(\infty)} > \tau\} = p_0^{(\infty)} \frac{(c \cdot \rho)^c}{c!(1-\rho)} e^{-c\mu(1-\rho)\tau}$$

- Donde

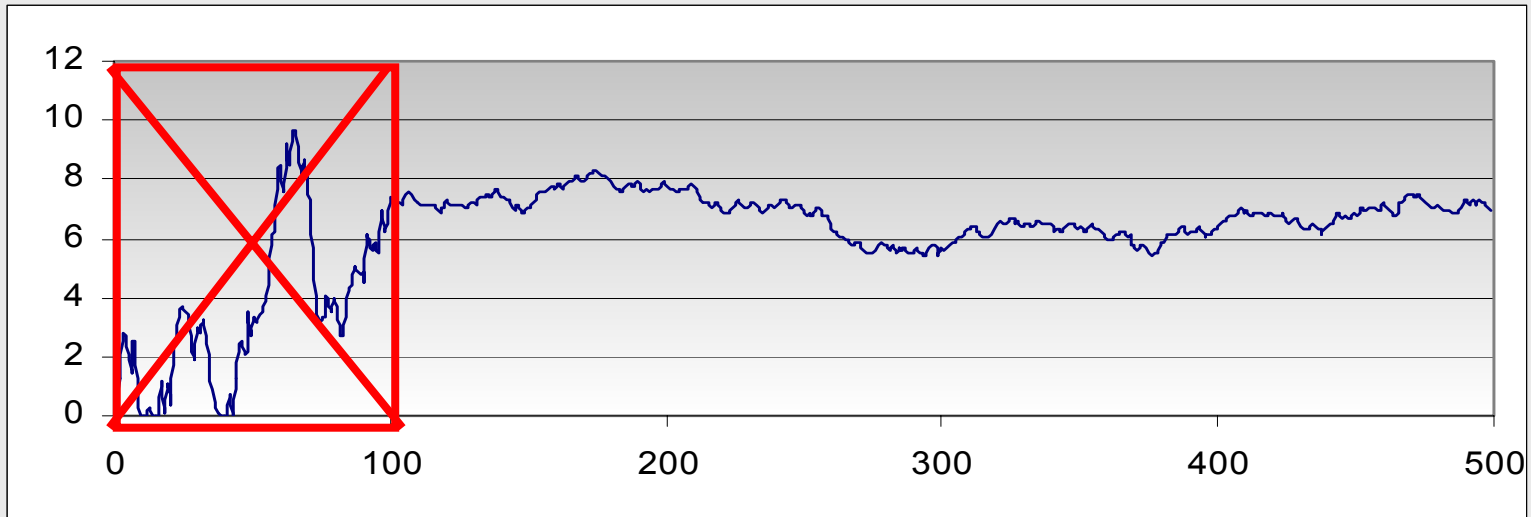
$$p_0^{(\infty)} = \left[ \sum_{k=0}^{c-1} \frac{(c \cdot \rho)^k}{k!} + \frac{(c \cdot \rho)^c}{c!(1-\rho)} \right]^{-1}$$

# SIMULACION : MÉTODO DE LOS CICLOS

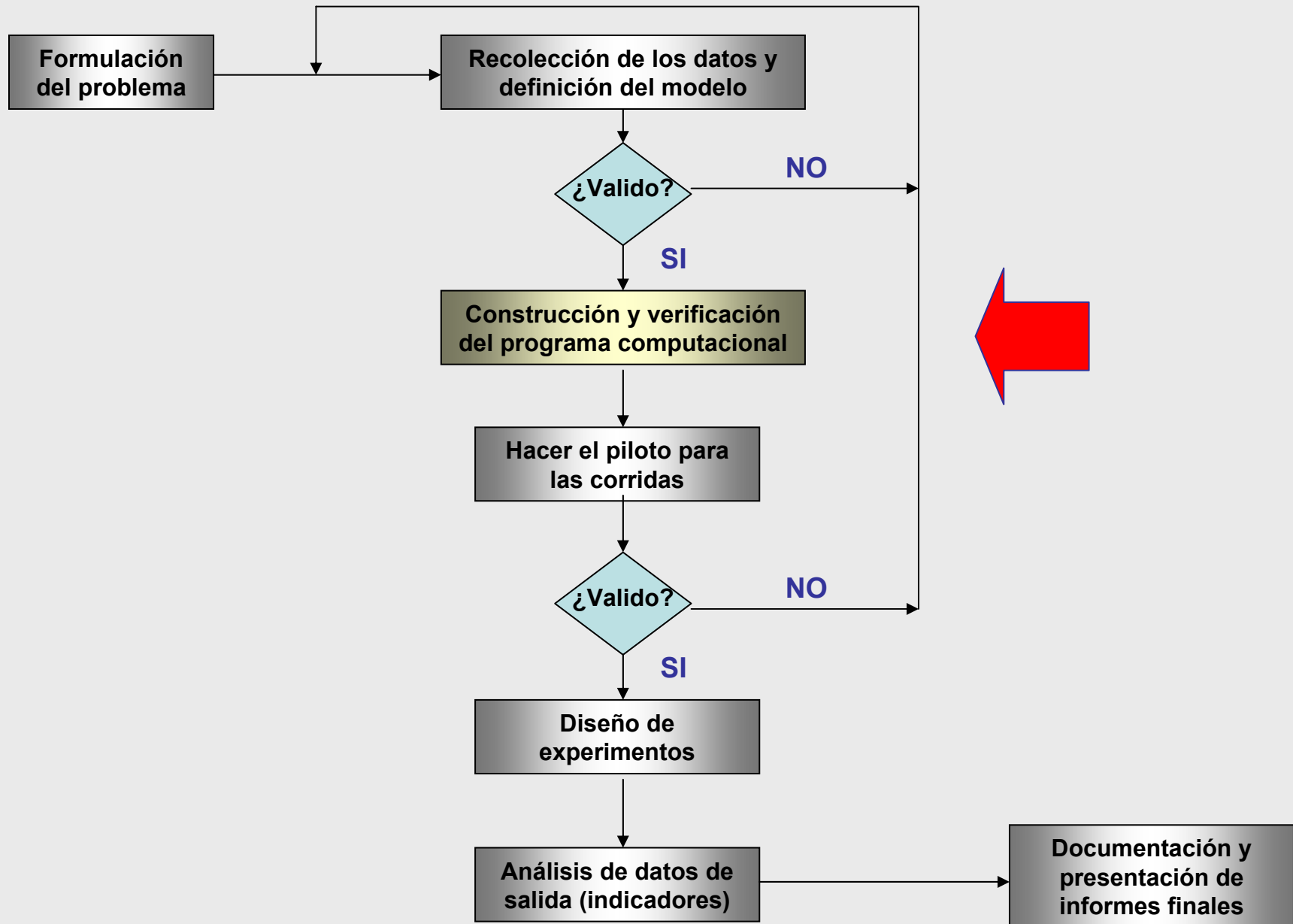
Las condiciones iniciales no son relevantes en la realización de cada Experimento - No representativas

Se busca estudiar el estado estacionario

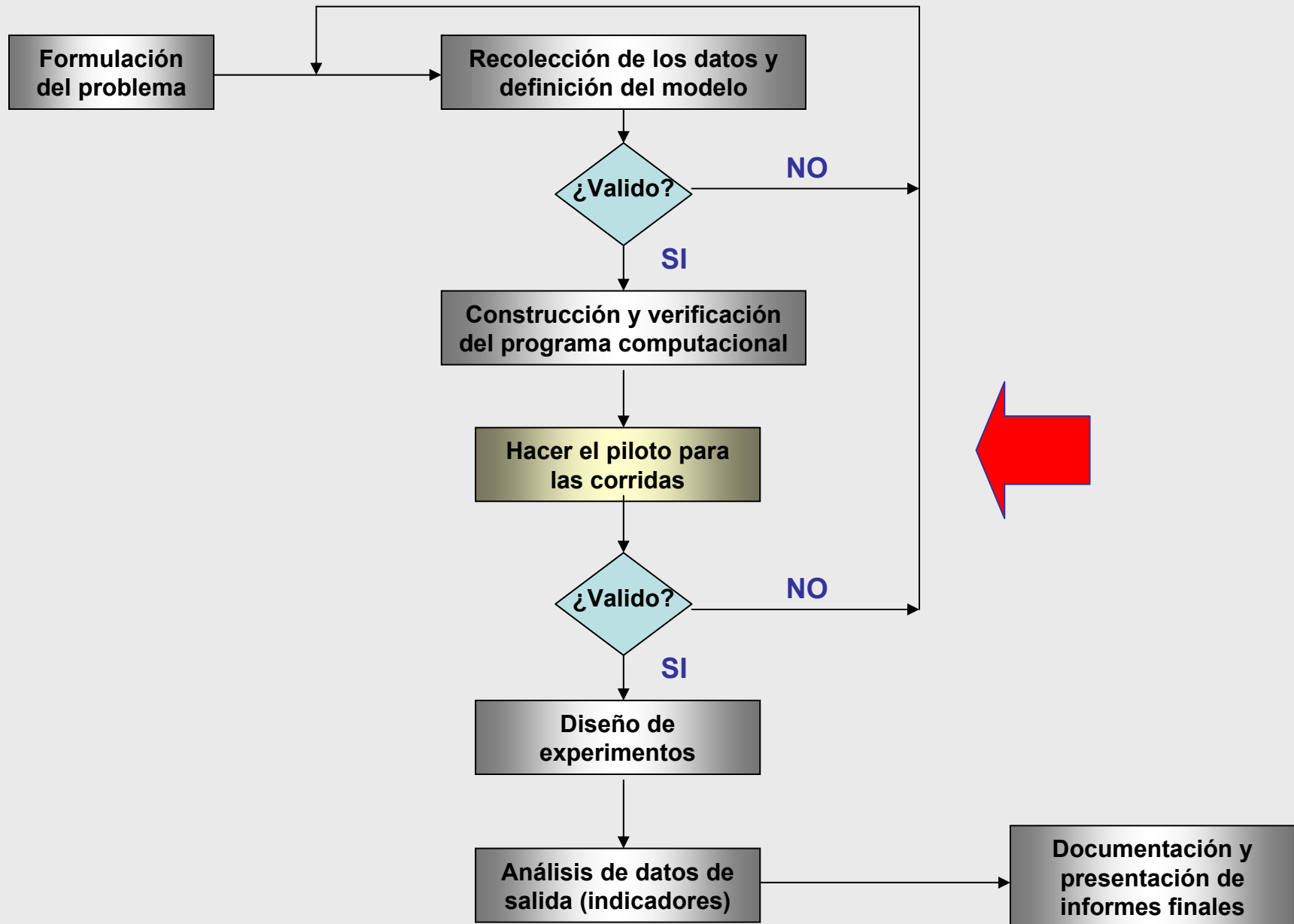
Se realiza sólo un gran experimento de donde se sacan todas las observaciones



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



# M0 : MODELO ANALITICO

## Cálculo de Número de Servidores Requeridos para un sistema M/G/c con impaciencia v35

### CLIENTES ANTIGUOS

Tasa de Llegada  (Personas/minuto)

Tiempo de Atención Medio (ACD)  (Minutos)

Tiempo de Atención Medio (ACW)  (Minutos)

### CLIENTES NUEVOS

Tasa de Llegada  (Personas/minuto)

Tiempo de Atención Medio (ACD)  (Minutos)

Tiempo de Atención Medio (ACW)  (Minutos)

Tiempo de Espera Máximo  (Minutos)

Nivel de Servicio Requerido  %

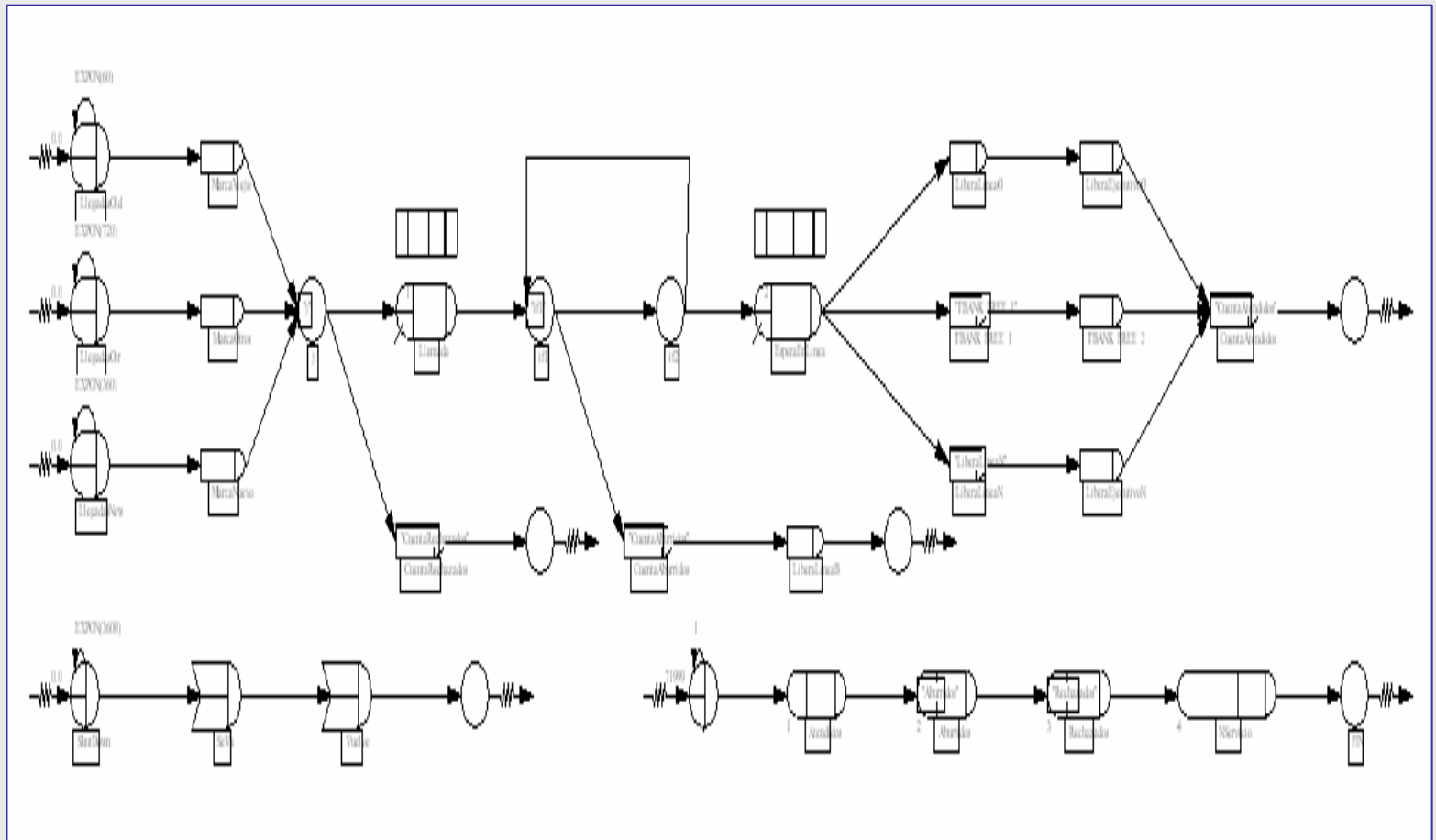
## RESULTADOS

Número de Servidores  Ejecutivos

Nivel de Servicio encontrado  %

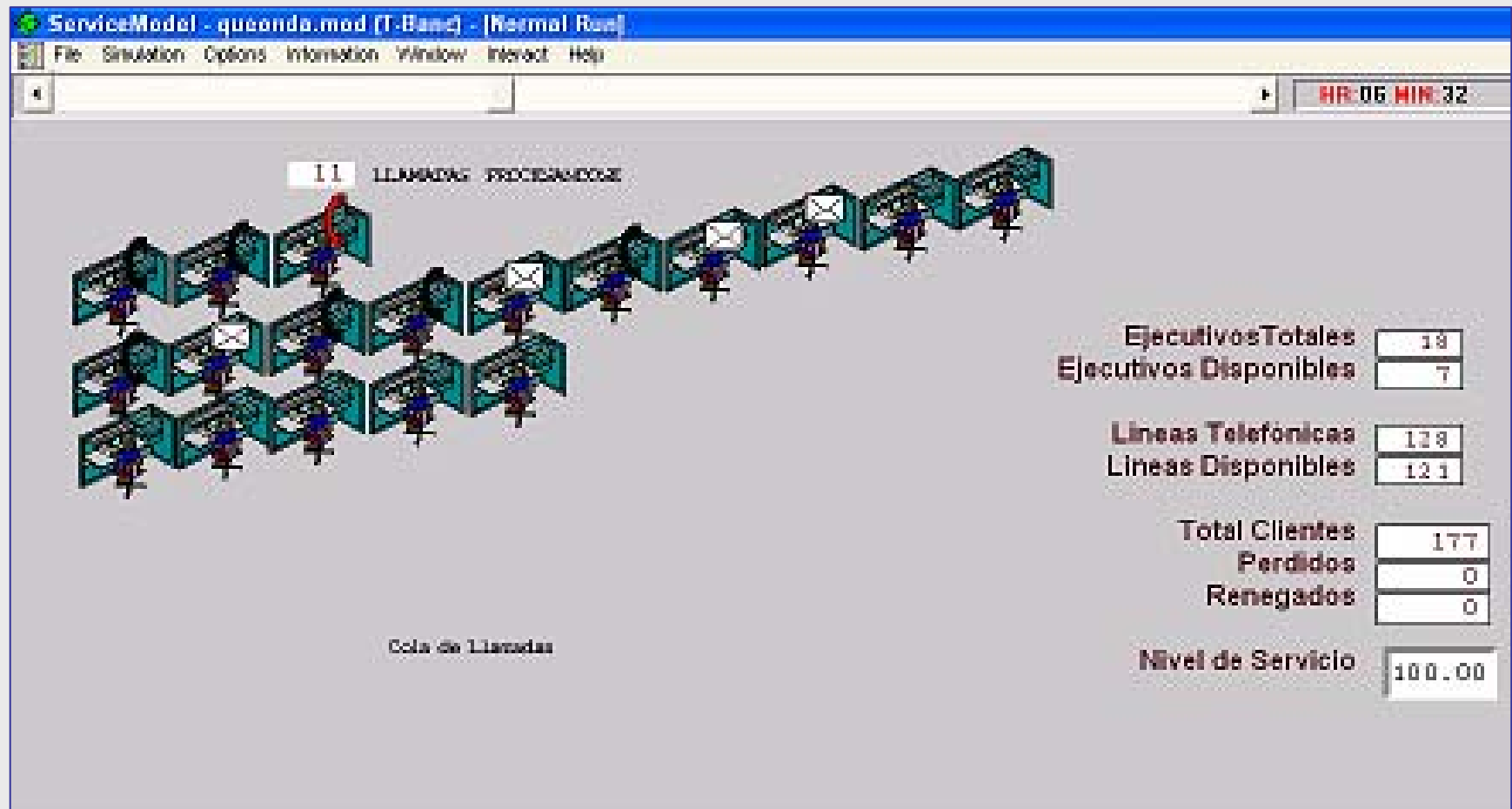
Buscar  
Número  
Ejecutivos

# M1: AWESIM!

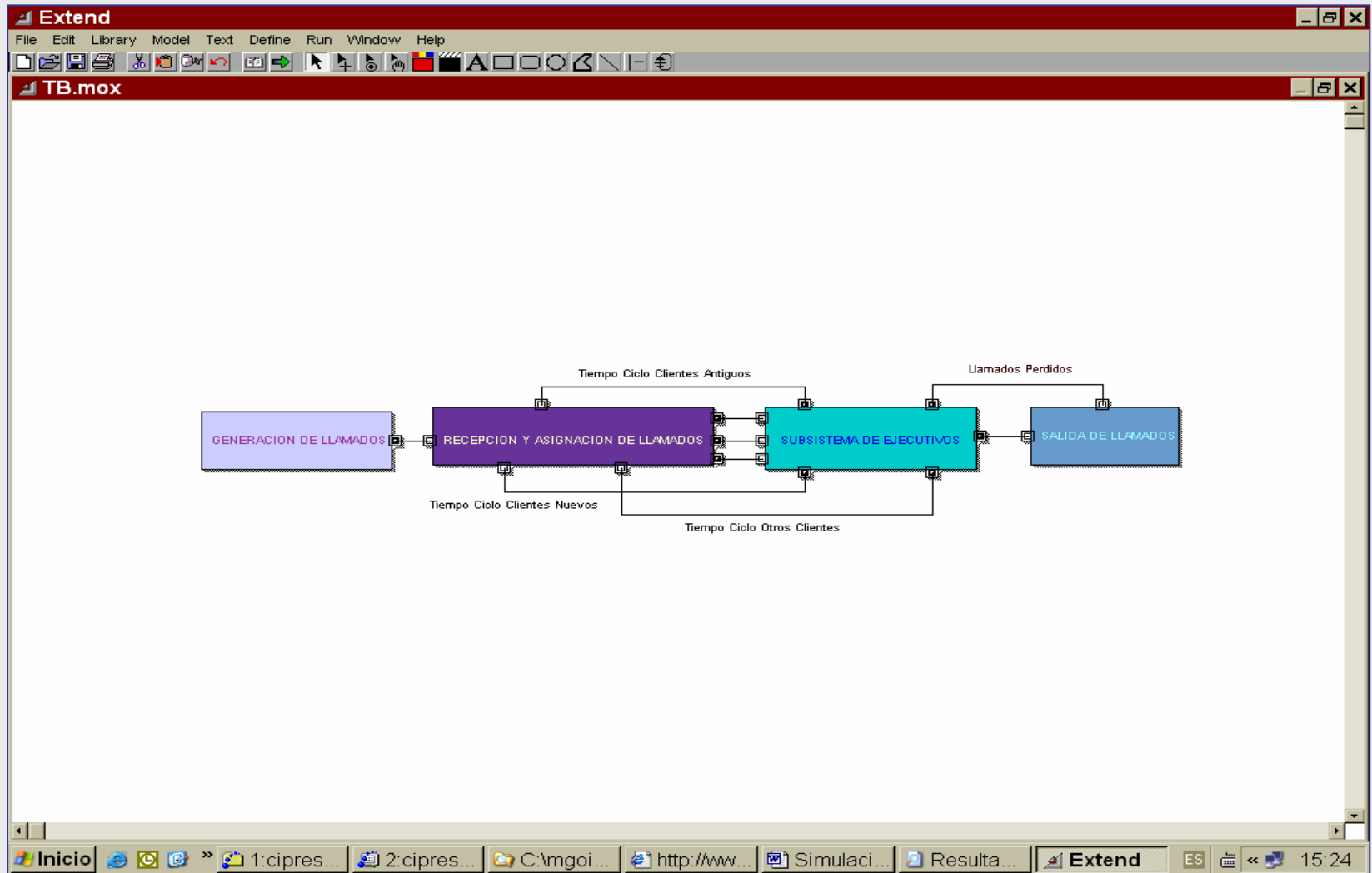




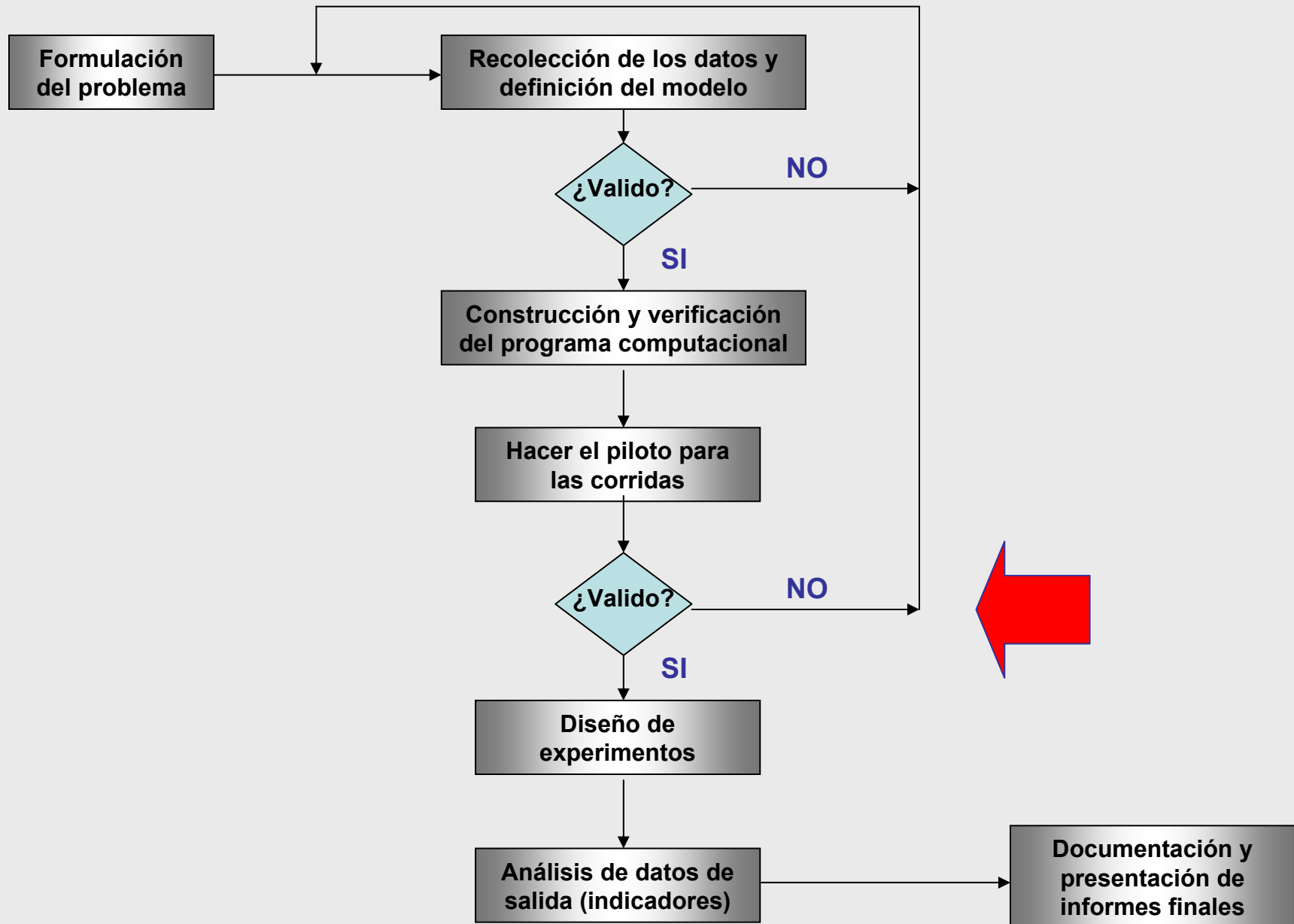
## M2: SERVICEMODEL 4.2



# M3: EXTEND V.4



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION

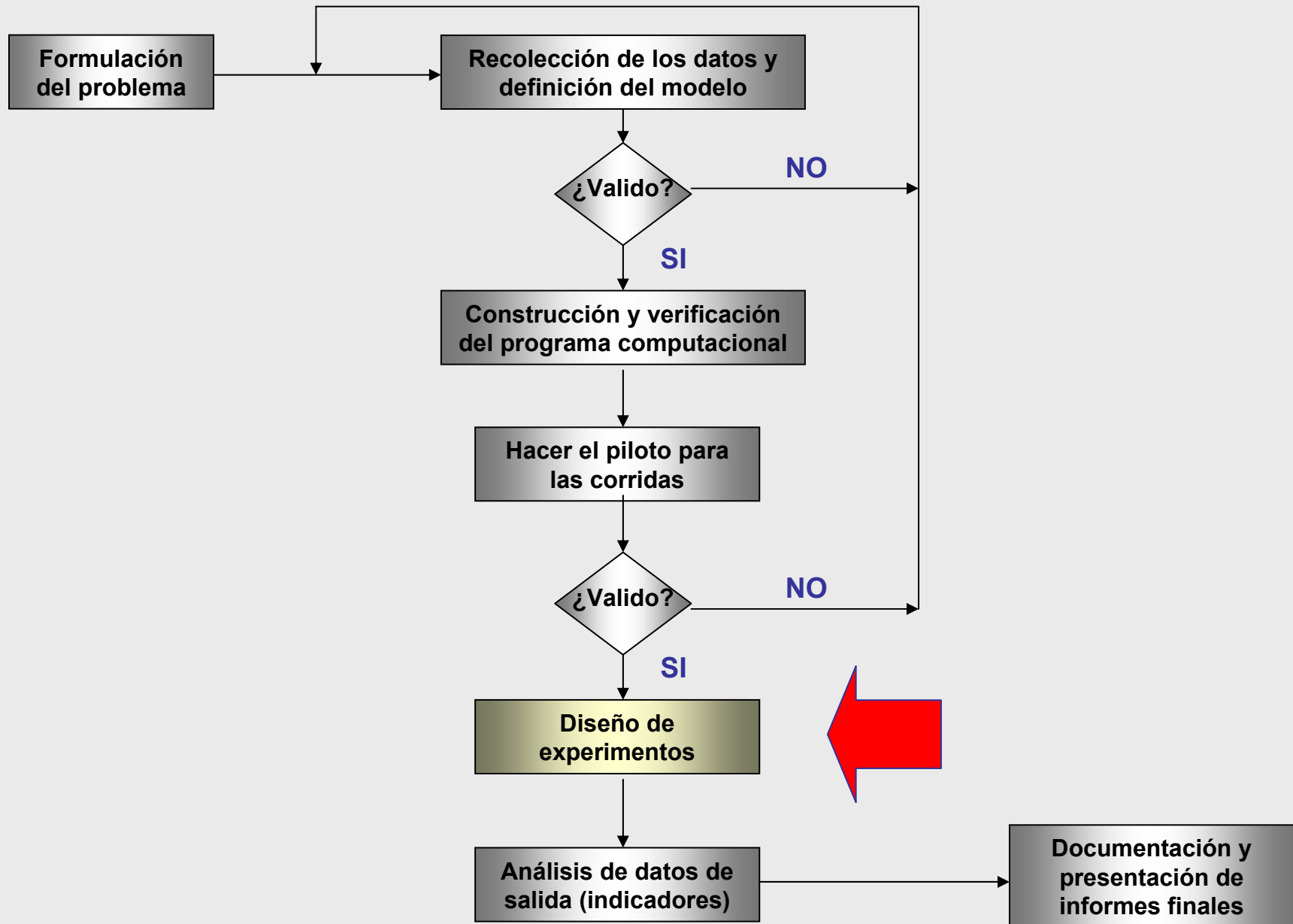


## ¿El modelo computacional hace lo qué realmente pensamos?

- Ver que el modelo de simulación este bien construido respecto a las situaciones simuladas.
- Algunas cosas a observar:
  - Entidades generadas
  - Tiempos de ejecución de actividades
  - Trayectorias y flujos de entidades
- Algunas técnicas usadas son:
  - Verificación por módulos (niveles jerárquicos).
  - Incorporación de elementos de testeo al modelo computacional (count)
  - Corrida de un modelo simplificado.
  - Animación de la simulación.



# PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



## OBJETIVOS:

- Acotar el número de configuraciones a ser analizadas.
- Identificar factores y efectos de estos en los resultados del modelo.

## FACTORES

TABLA DE FACTORES				
Nº FAC	NOMBRE	BAJO	ALTO	NORMAL
1	EJECUTIVOS PERIODO ALTO	6	14	7
2	EJECUTIVOS PERIODO BAJO	4	9	7
3	TIEMPO ATENCION (ACD)	7	3	5
4	TIEMPO ATENCION (ACW)	12	6	10

Se calcularon efectos de 1er, 2do y 3er orden

Los indicadores con mayor variación en cada caso son:

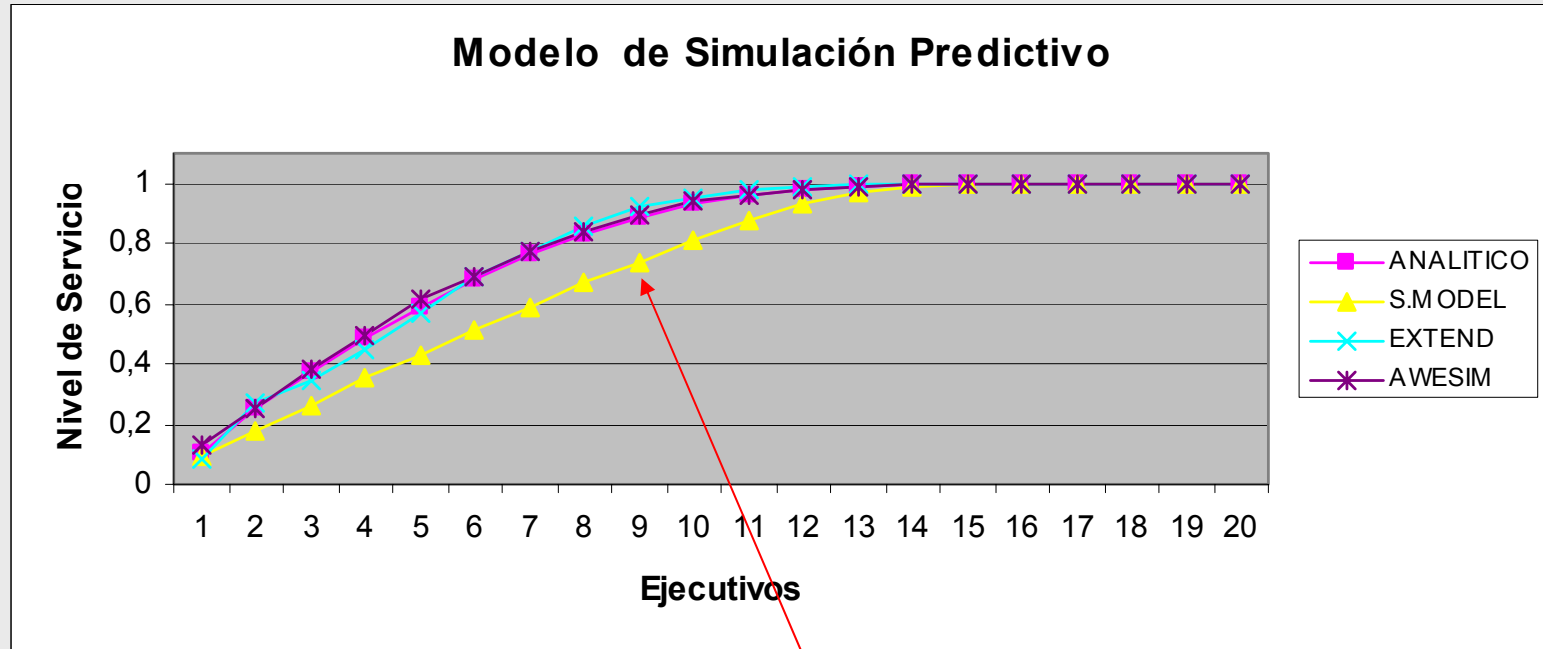
EFECTO SOBRE INDICADORES				
Nº FAC	NOMBRE	CICLO	RENEGADOS	UTILIZACION EJECUTIVOS
1	EJECUTIVOS PERIODO ALTO	X	X	X
2	EJECUTIVOS PERIODO BAJO		X	X
3	TIEMPO ATENCION (ACD)	X		
4	TIEMPO ATENCION (ACW)		X	

**Factor de Mayor Relevancia: 1**

**Factores importantes dada la cantidad de recursos involucrados: 1 Y 2**

**Se descarta del análisis el Factor 4**

# MODELO DE SIMULACIÓN PREDICTIVO

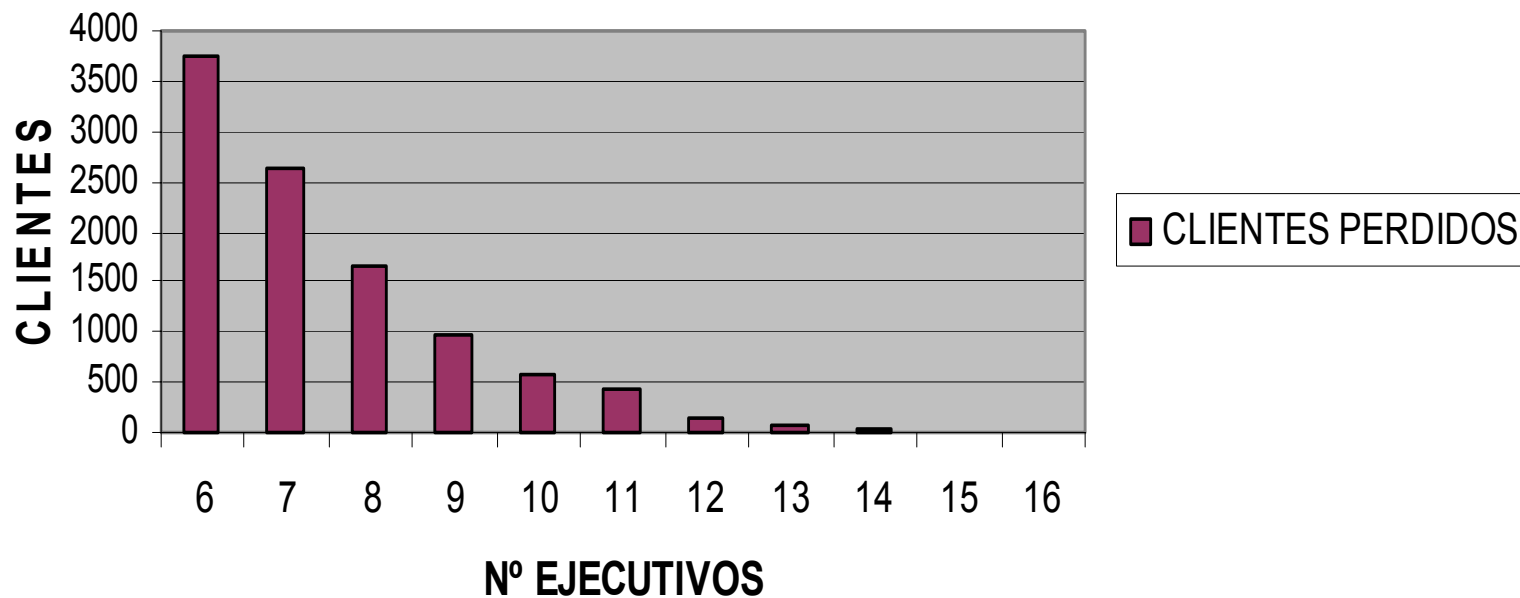


**OJO**

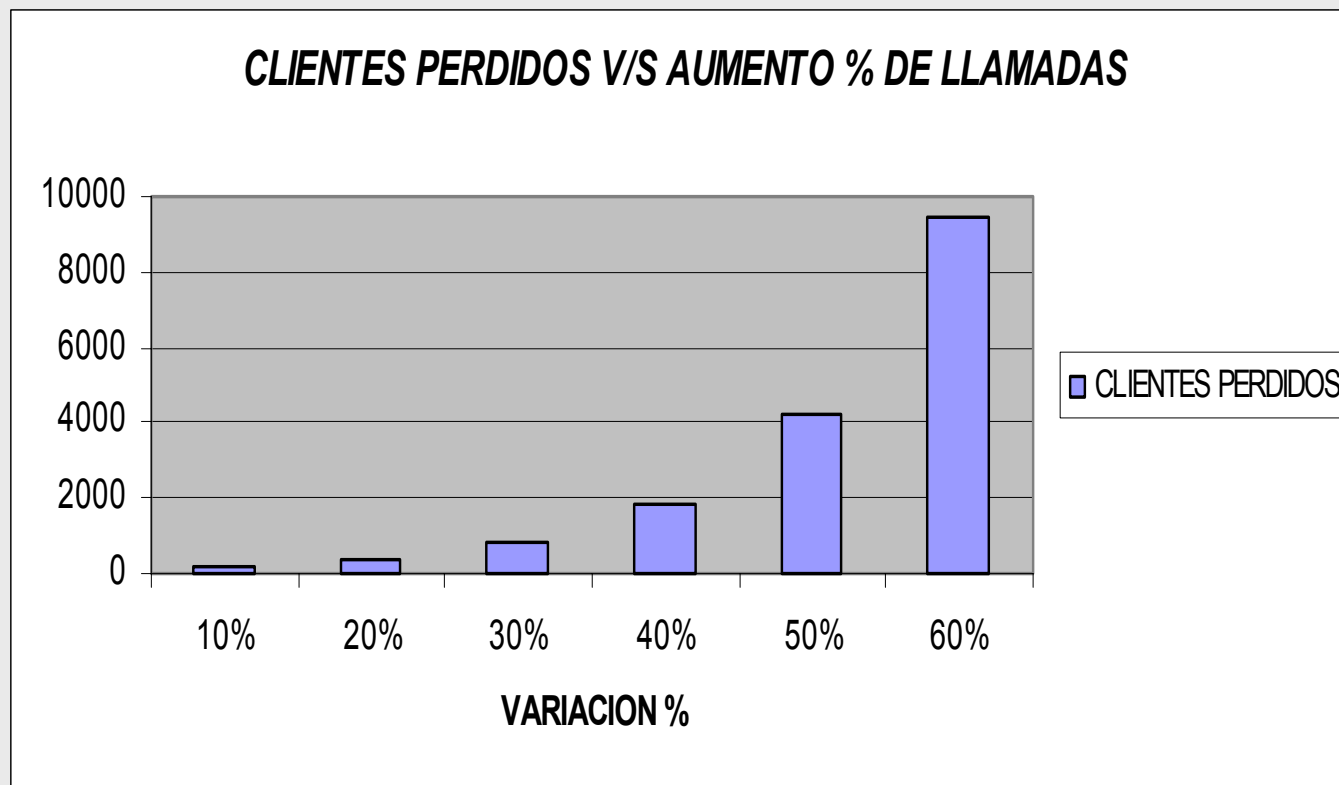


# OTROS RESULTADOS

***CLIENTES PERDIDOS V/S Nº EJECUTIVOS***



## OTROS RESULTADOS (2)



# CONCLUSIONES

Se identificaron los siguientes periodos:

Periodo A: 4:00 – 12:00

Periodo B: 12:00 – 20:00

Periodo C: 20:00 – 4:00

Se contrataron a 13 ejecutivos para el periodo de alta demanda.

Se contrataron 8 ejecutivos en los periodos de media demanda.

Se contrataron a 4 ejecutivos para el periodo de baja demanda.

## CONCLUSIONES (2)

Los modelos analíticos permiten estudiar las relaciones existentes entre las distintas variables y comportamientos límites

Los modelos de simulación nos permiten estudiar el comportamiento de sistemas complejos

Existen distintas herramientas de simulación, cada una con sus ventajas y desventajas



# PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL CALL CENTER TBANC

---

"Un nuevo concepto en banca de personas"

**JAIME MIRANDA**

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile