

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN

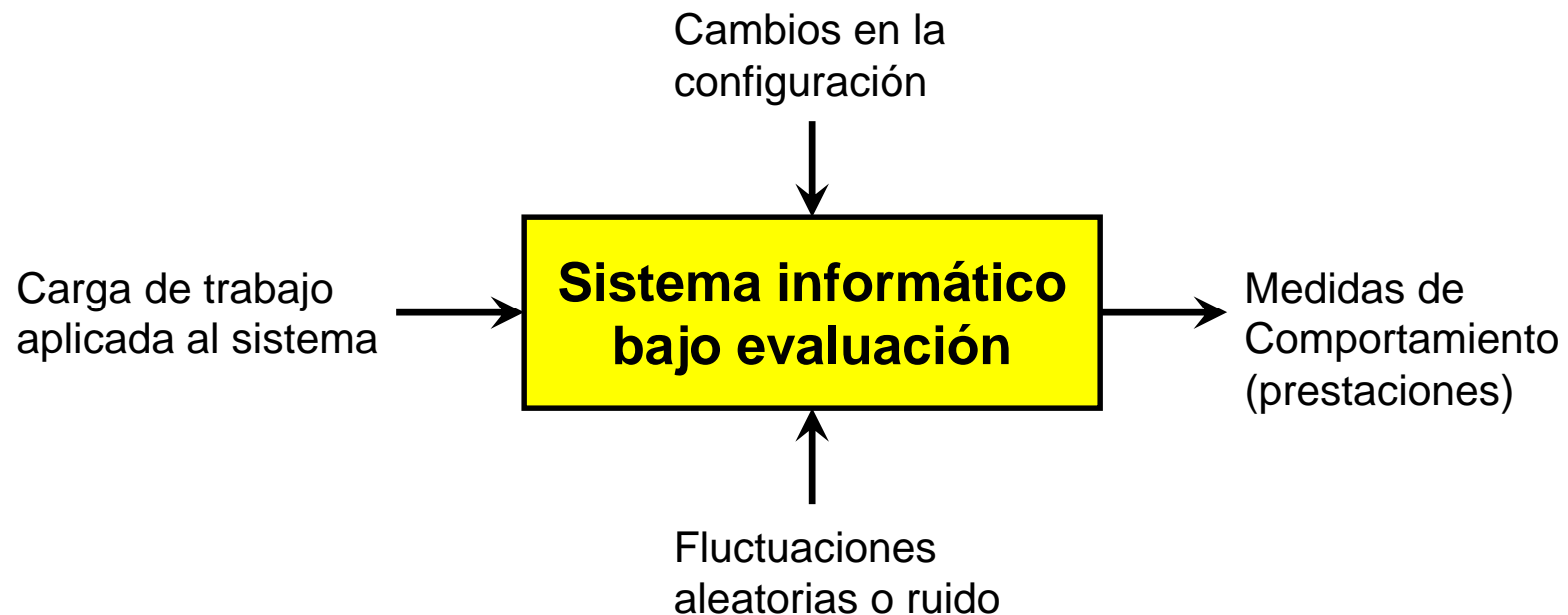
- 1.- Concepto de carga de trabajo
- 2.- Tipos y clasificación de las cargas
- 3.- Criterios que afectan a la elección de la carga
- 4.- Introducción al modelado y generación de cargas
- 5.- Técnicas de modelado y caracterización de cargas
- 6.- Herramientas de generación e inyección de cargas

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 1. Concepto de carga de trabajo

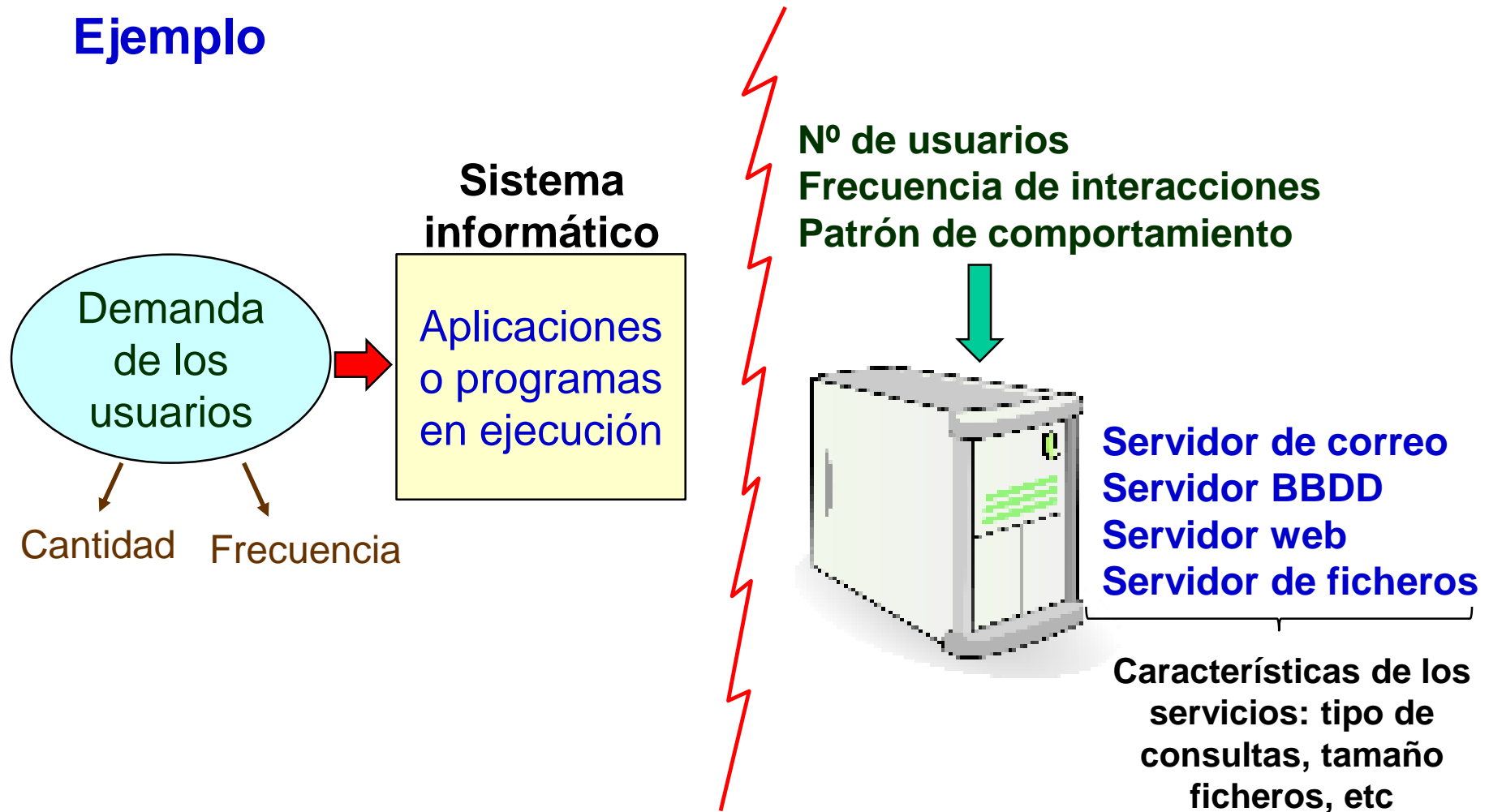
La “carga de trabajo” (workload) es el conjunto de peticiones de servicios que debe satisfacer el sistema informático

- Posición de la carga de trabajo en el esquema de evaluación del comportamiento (funcionamiento) de un sistema informático



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

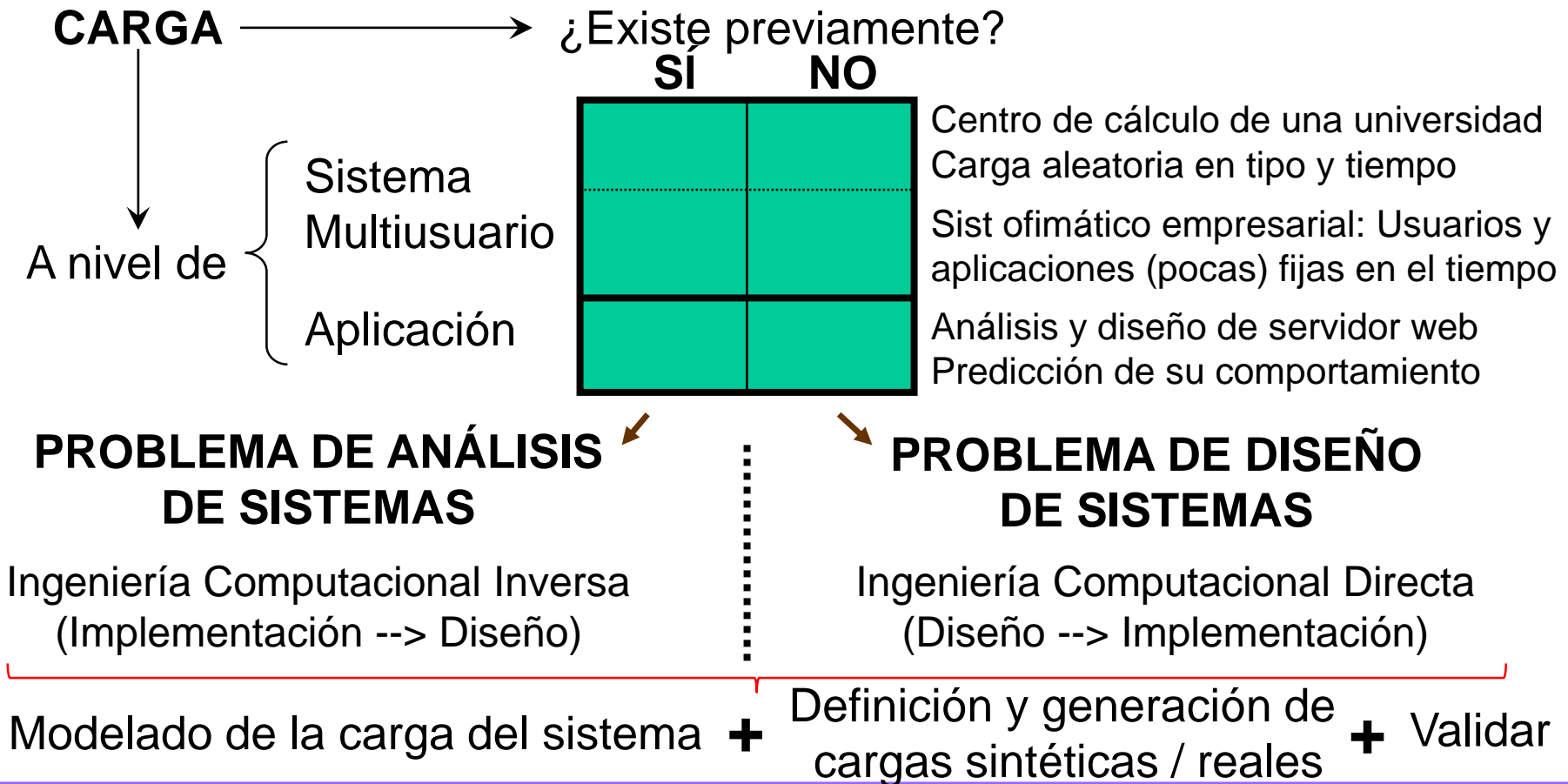
## Ejemplo



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 2. Tipos y clasificación de las cargas

Tipos de cargas: depende de las características del sistema



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Clasificación de cargas [Jain]

### 1) Carga de prueba (*Test Workload*)

Es cualquier carga utilizada en un estudio de comportamiento  
Puede ser real o artificial (sintética)

### 2) Carga real (*Real Workload*)

Es la observada durante el funcionamiento normal del sistema  
Generalmente, no puede repetirse, sobre todo si es de tipo estocástico, y por tanto, no es adecuada para utilizarla como carga de prueba

### 3) Carga sintética (*Synthetic Workload*)

Es la que tiene unas características similares a las de la carga real y puede aplicarse repetidamente de forma controlada

Utilidad: Estudios de comportamiento

Ventajas: No usa datos reales que haya que preparar

Es fácil de modificar

Es portable

Incluye utilidades de medición

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 3. Criterios que afectan a la elección de la carga

**Objetivo** ⇒ “Construir una carga que represente el uso real del sistema y pueda ser aplicada de forma repetida y controlable”

**Problema** ⇒ La elección (o selección) de la carga es ...  
El **PUNTO MÁS DÉBIL** de cualquier proyecto de evaluación de comportamiento

Si no se elige bien la carga alguien argumentará:  
Excelente evaluación de comportamiento ...  
... Pero las aplicaciones reales **NO** usan así al sistema informático  
Se ha medido y sintonizado muy bien el sistema para aplicaciones inexistentes

### Consideraciones importantes para la elección de la carga

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1.- Los servicios utilizados    | 5.- El nivel de carga                  |
| 2.- El nivel de detalle         | 6.- El impacto de componentes externos |
| 3.- La representatividad        | 7.- La repetibilidad                   |
| 4.- Las dependencias temporales |  |

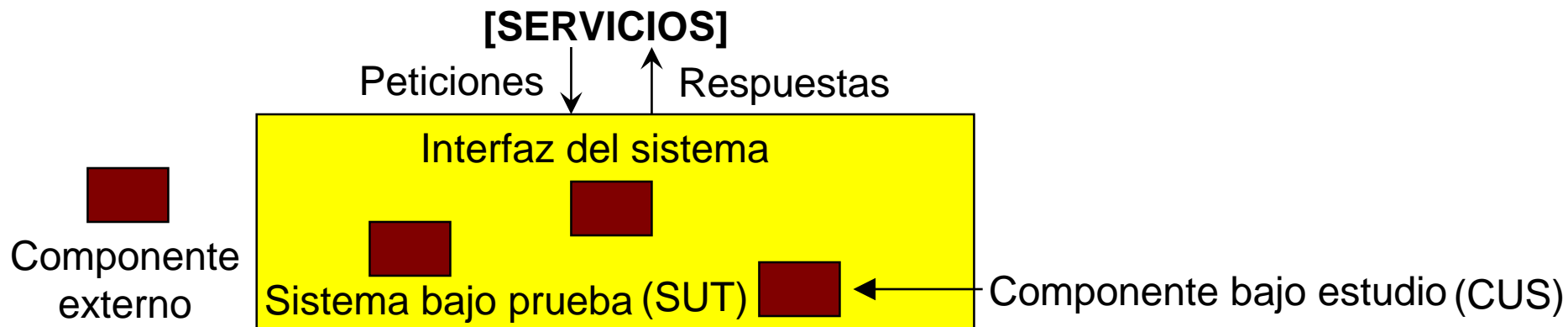
# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: los servicios utilizados

La mejor forma de iniciar el proceso de elección de la carga es ...

- 1) Hacer una lista de los servicios suministrados por el sistema y
- 2) Definir métricas que definan la calidad de los servicios prestados

Hay que definir “lo que es” el sistema para el analista



Ej:

Objetivo	Sistema	Componente
Ingeniero comparando ALUs para CPUs	CPU	ALU
Banco comprando sistema transaccional	Sist Transaccional	Discos RAID

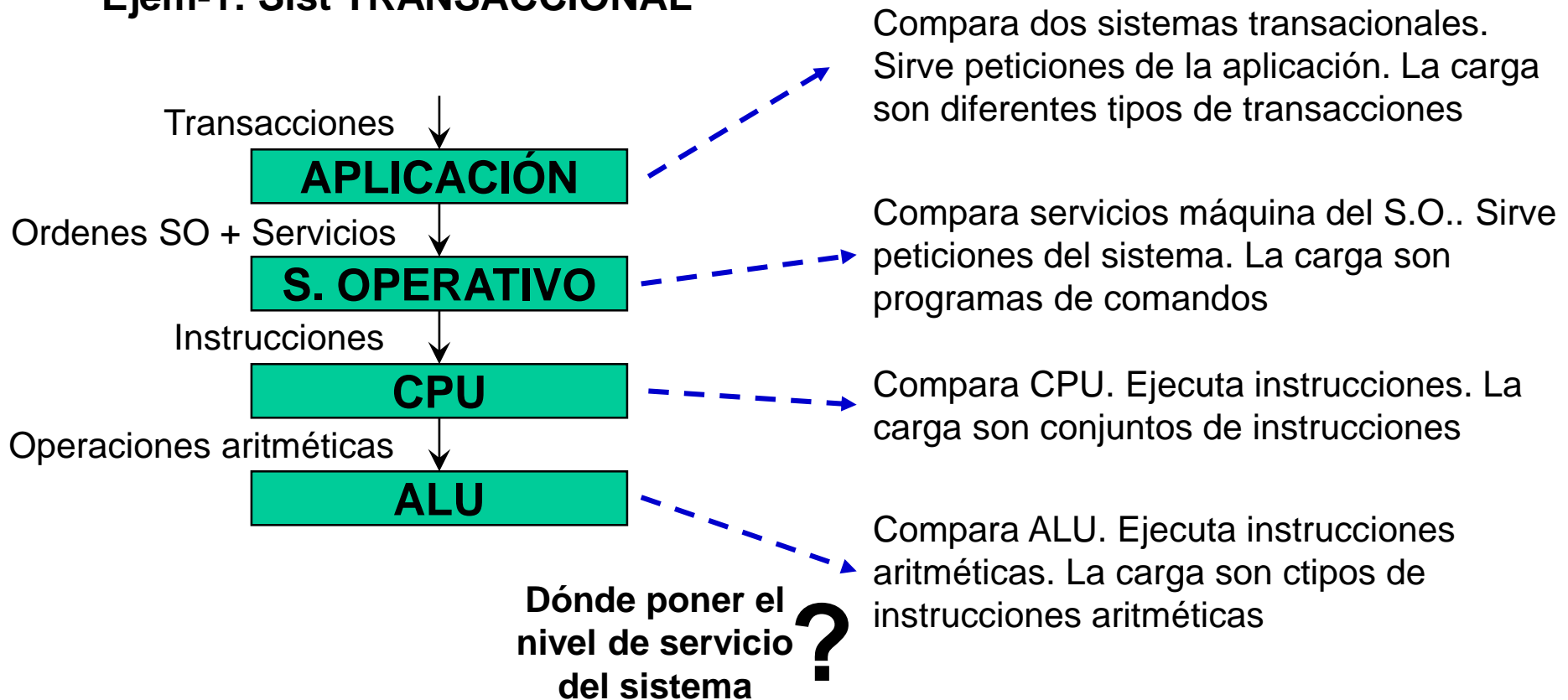
**El sistema (y NO el componente) es la base para la especificación y medición de la carga**

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: los servicios utilizados (II)

¿Qué nivel de interfaz de servicios se usa para definir “lo que es” el sistema?

### Ejem-1: Sist TRANSACCIONAL





# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: el nivel de detalle

Después de definir la lista de servicios ...

Elegir el nivel de detalle para grabar y reproducir las peticiones de servicios

### 1.- La petición más frecuente

Ejem: Instrucción de suma para comparar inicialmente dos ALUs

El benchmark Crédito-Débito para sistemas transaccionales

### 2.- Lista de servicios con sus características y frecuencias

Ejem: Mezclas de instrucciones

Típico en análisis de caches

### 3.- Usar una traza de las peticiones de servicios

Para modelado analítico es muy detallado

Para simulación requiere modelos muy precisos de los componentes del sistema

*A nivel de REQUERIMIENTOS FUNCIONALES del sistema*

*Típico cuando se hace un modelo de carga ...*

*A nivel de RECURSOS FÍSICOS consumidos*


### 4.- Demanda media de recursos

### 5.- Distribución de la demanda de recursos

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: representatividad

Una carga de prueba debe ser representativa de la carga (aplicación) real

Medir representatividad  Medir cuánto se parece la carga de prueba a la real en tres aspectos:

- ① **Cadencia de peticiones de servicios**: Debe ser idéntica o proporcional a la de la carga real
- ② **Demanda de recursos**: Para cada uno de los recursos básicos debe ser igual o proporcional a los de la carga real
- ③ **Perfil de utilización de recursos**: Debe ser similar en ambas cargas

## Elección de la carga: dependencias temporales

Los usuarios cambian constantemente la forma en que usan los sistemas  
La carga debe representar el último patrón de comportamiento observado

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: nivel de carga

Una carga puede hacer trabajar al sistema así:

### CASO

A su plena capacidad	→	Óptimo
Por encima de la capacidad	→	Pésimo
Similar al nivel observado en la realidad	→	Típico

La elección del nivel depende del estudio a realizar:

- ① **Adquisición de un sistema**: Usar el nivel previsto en funcionamiento normal
- ② **Diseño de un equipo nuevo**: Usar los tres niveles
- ③ **Análisis de algoritmos de descongestión de red**: Por encima de la capacidad

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: impacto de componentes externos

Ejemplo: Al analizar una CPU con un benchmark con mucha E/S,  
el disco puede falsear las medidas de la CPU

Soluciones: { 1) Cambiar la carga (benchmark)  
                  { 2) Cambiar la configuración  
                                ... Para reducir el impacto del disco

## Elección de la carga: repetibilidad

La carga debe permitir la reproducción de resultados sin mucha varianza

Si las cargas demandan recursos muy aleatoriamente ...

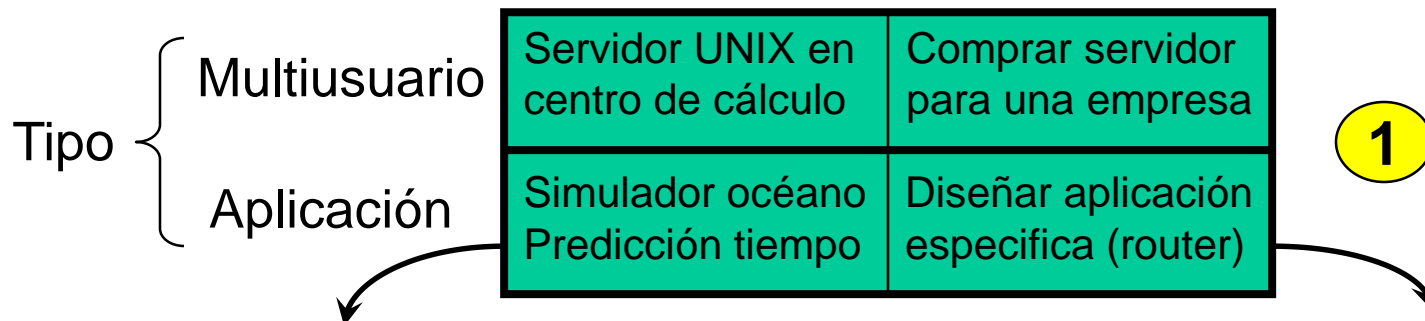
... Se deben realizar muchas experiencias para obtener un promedio fiable

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 4. Introducción al modelado y generación de cargas

¿Existe previamente? → **SÍ**

**NO**



**1** **MODELADO**  
CARACTERIZACIÓN

**Medir en el sistema**  
Usando los datos generar → **MODELO DE CARGA** ← **Definir el uso a dar al computador**

Ajustar carga configurable

Generar carga ejecutable

Generar carga de simulación

**EJECUCIÓN**

**DATOS**

**Benchmark típico**  
Carga fija  
permite comparar  
sistemas diferentes

**2** **GENERACIÓN**  
INYECCIÓN

**3** **VALIDACIÓN**

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 5. Técnicas de modelado y caracterización de cargas

Definición: La caracterización de la carga es el proceso que consiste en ...

- 1) Estudiar las cargas reales de un sistema (generalmente no repetibles)
- 2) Observar las características fundamentales de la carga
- 3) Desarrollar un modelo (que pueda usarse repetidamente)

Utilidad: Estudiar el comportamiento de un sistema informático ante cambios en la carga o en su configuración de forma controlada

En la caracterización de la carga hay que considerar { Componentes  
Parámetros

La caracterización de la carga  $\xrightarrow{\text{PRECISA DE}}$  Técnicas estadísticas

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Componentes de una carga

Son los usuarios (o en general, las entidades) que demandan servicios (o recursos) al nivel de interfaz de servicios del sistema bajo prueba. Cada componente debe representar un grupo lo más homogéneo posible

## Parámetros de una carga

Son las cantidades medidas sobre demandas de servicios (o recursos) usadas para modelar o caracterizar la carga de trabajo

Sistema	Parámetros
CPU	Instrucciones Patrones de referencias a páginas de memoria
RED	Tamaños Dirección origen Dirección destino
BASE-DATOS	Tipos de transacciones

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Técnicas estadísticas usadas en la caracterización de la carga

### - MODELADO EN BASE A PARÁMETROS

- 1) “Resumir” el **comportamiento de cada parámetro**
  - Sencillo: Promedios + Desviaciones
  - Más precisión: Histogramas o distribuciones monovariantes
- 2) “Caracterizar” las **interrelaciones entre parámetros**
  - Sencillo: Covarianzas
  - Más precisión: Histog multiparámetro o distri multivariantes


Caracterización sin tener en cuenta la evolución a lo largo del tiempo

**Modelo  
ESTÁTICO**



Cuando importa el orden en el que se demandan servicios (recursos)

**Modelo  
DINÁMICO**



- Ejemplo: modelos de Markov

### - TÉCNICAS PARA LA CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES

- Análisis de componentes principales
- Clustering



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Ejemplo: Modelo de Carga para Aplicaciones Web

Paso 1 – Identificar los objetivos

Paso 2 – Identificar los escenarios claves

Paso 3 – Determinar las rutas de navegación para los escenarios claves

Paso 4 – Identificar datos específicos de las rutas de navegación y/o usuarios simulados:

- ¿Cuanto pasa el usuario en cada página?

- ¿Qué información ha de introducir o necesita de la página?

- ¿Qué condiciones pueden producir que el usuario cambie las rutas de navegación?

Paso 5 – Determinar distribuciones relativas a los escenarios

Paso 6 – Identificar los niveles de carga objetivo

Paso 7 – Preparar para implementar el modelo

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 6. Herramientas de generación (inyección) de cargas

Una vez que se dispone de una carga ejecutable . . .

. . . Es necesario inyectarla en el sistema

Objeto del estudio: CARGADORES (de cargas sintéticas)

**Sólo son necesarios con cargas multiusuario**

**Con aplicaciones específicas se usa el cargador normal de aplicaciones**

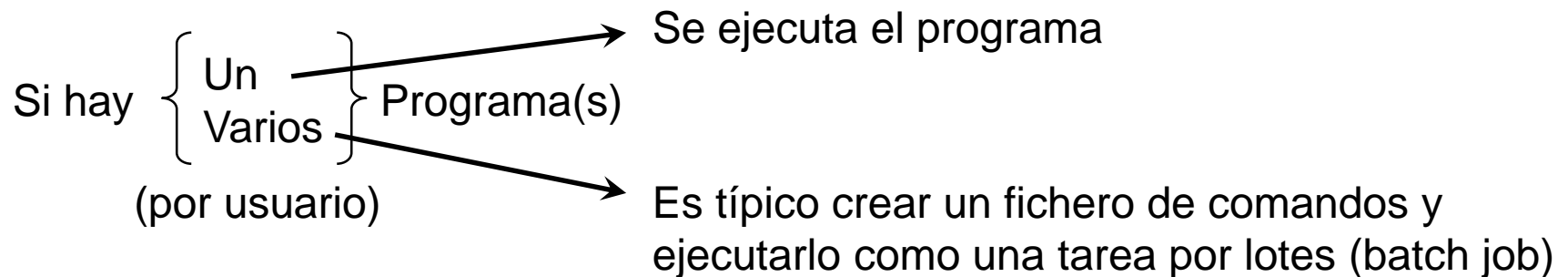
Técnicas clásicas de  
inyección de la carga

- 1) Usando cargadores internos  
(Internal load drivers)
- 2) Usando operadores reales  
(Live operators)
- 3) Usando Emuladores de terminales remotas  
(Remote Terminal emulators: RTEs)

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Cargadores internos

Consiste en usar los recursos disponibles en el propio sistema bajo estudio para cargar los programas en memoria y ejecutarlos



**Ventajas:** El coste de este método es prácticamente nulo

**Problemas:**

- 1) La sobrecarga de comunicación con las terminales no es visible
- 2) La sobrecarga de acceso al disco para ejecutar el job puede modificar el comportamiento del sistema

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Operadores reales

Consiste en sentar a usuarios reales en las terminales y ejecutar conjuntos predeterminados de comandos

**Ventajas:** Tiene en cuenta la sobrecarga ocasionada por las comunicaciones con las terminales

**Problemas:**

- 1) El método es muy costoso en recursos
  - Materiales: Número de terminales a utilizar
  - Humanos: Número de usuarios x Horas usadas
- 2) El factor humano provoca
  - Varianza elevada de los resultados
  - Hay que realizar muchos ensayos para obtener el nivel de confianza deseado

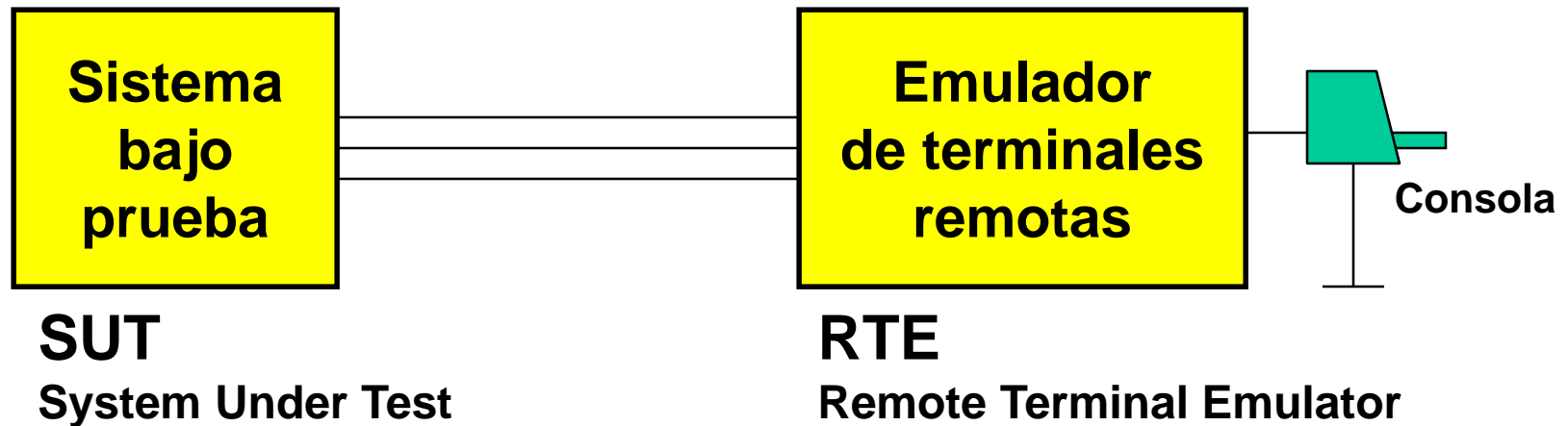
# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Emuladores de terminales remotas

Consiste en utilizar un computador para inyectar la carga en el sistema bajo evaluación

**Ventajas:** 1) El computador puede emular fácilmente a muchos usuarios (todas) 2) Además lo hace de forma controlada y repetible

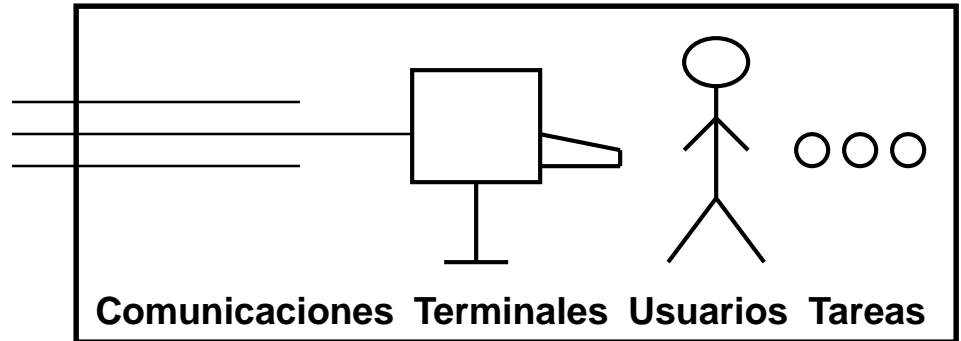
**Esquema de trabajo:**



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Componentes emulados por un RTE

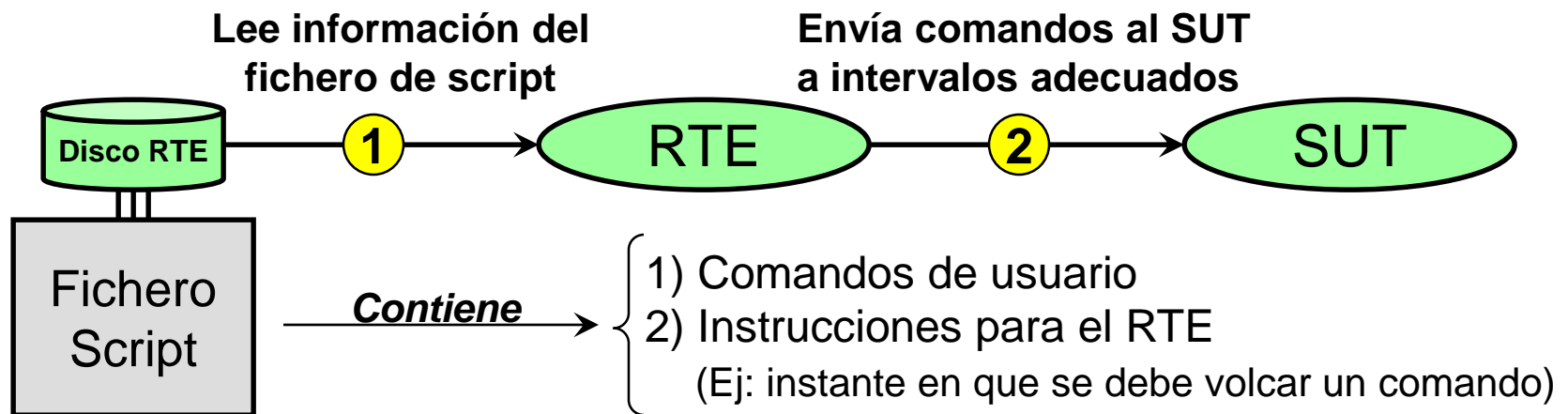
Las terminales  
Las comunicaciones  
Los usuarios (comportamiento)  
Las tareas o peticiones



## Físicamente un RTE emula

Un potente computador, a veces con SO que soporta operaciones en tiempo real

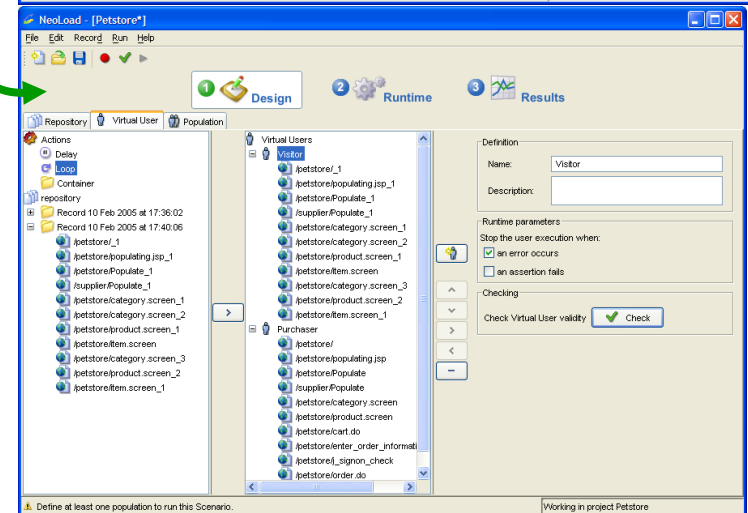
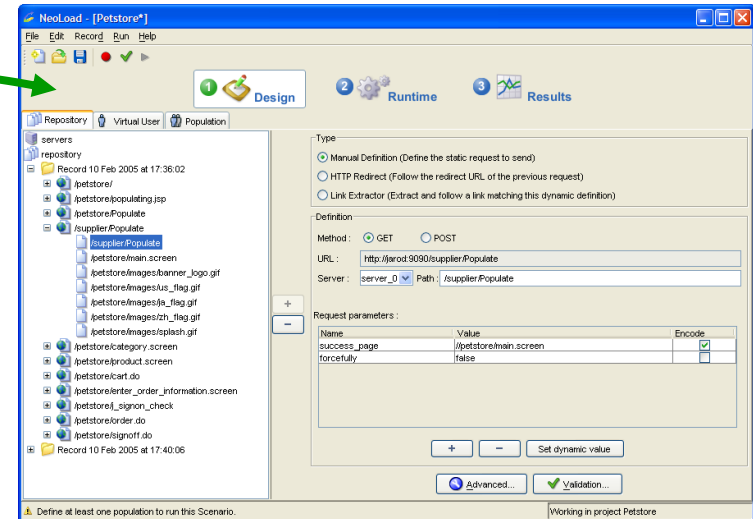
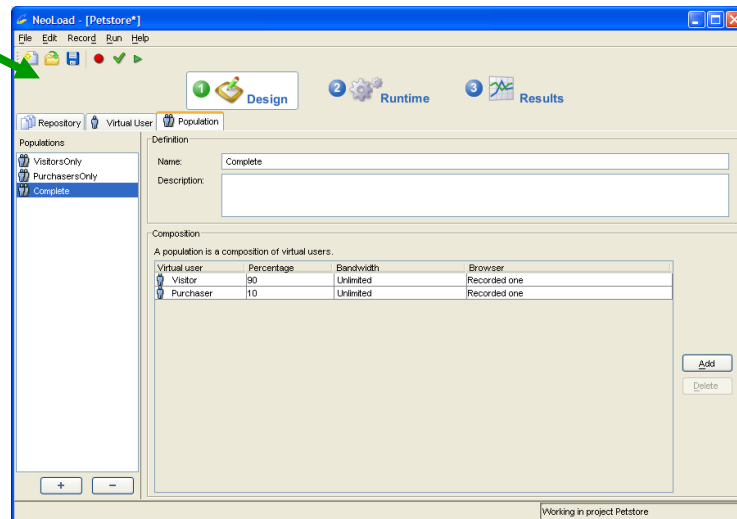
## Modo de trabajo de un RTE



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Ejemplo de *NeoLoad*:

- 1) Define los servicios existentes
- 2) Describe el uso del cliente
- 3) Establece el número potencial de clientes



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Ejemplo de *NeoLoad* (cont.):

- 4) Crea el proceso de carga
- 5) Se realiza el experimento
- 6) Se obtienen los resultados

