

Redes de Petri (RP)

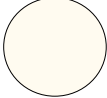

- ✧ Características de las RP
- ✧ Reglas de funcionamiento
- ✧ Marcación en las RP
- ✧ Ramas restauradoras
- ✧ Clases de RP
- ✧ Jerarquización de RP

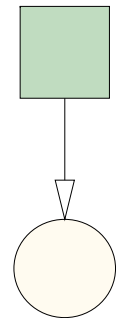
Características de las RP

- ✚ Desarrolladas por Carl A. Petri en 1961 para modelar sistemas concurrentes.
- ✚ Responde a preguntas tales como:
 - ¿Qué estados puede presentar el sistema?
 - ¿Qué sucede con el sistema cuando recibe un estímulo o evento?
 - ¿En qué orden son alcanzados los estados del sistema?

...Características de las RP

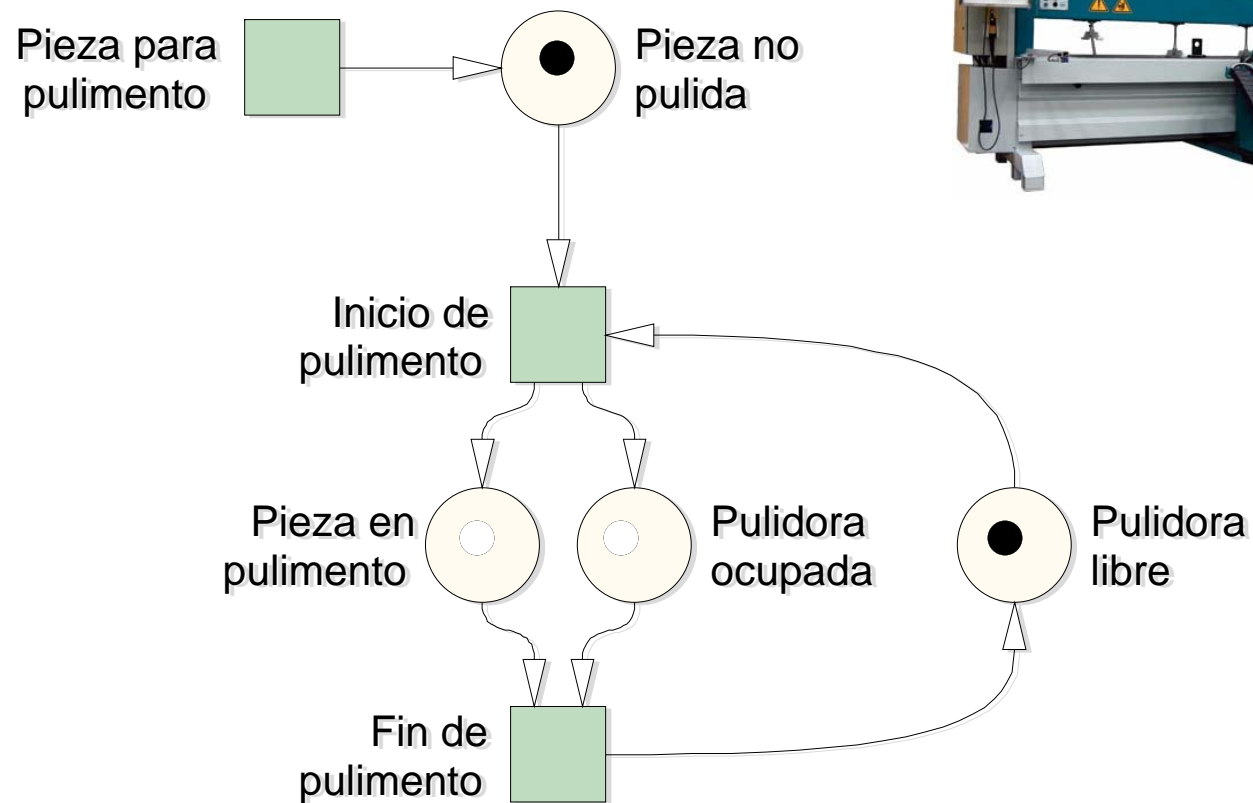
✚ Es una red que consiste en:

- lugares 
- conexiones 
- arcos que conectan los lugares y las conexiones
- anotaciones



✚ La red posee "vida" ya que presenta un conjunto de reglas específicas de funcionamiento.

Ejemplo de una RP



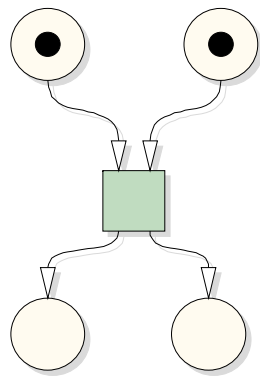
Reglas de funcionamiento

- ✖ Marca = ficha (●) presente en un lugar.
- ✖ Marcación de la red = conjunto de todos los lugares marcados de una red en un momento dado.
- ✖ Reglas de funcionamiento = definen cómo una RP puede alcanzar distintas marcaciones en el tiempo.
- ✖ Lugares tienen capacidad limitada: soportan sólo una ficha a la vez (RP segura).
- ✖ Ocurrencia de las llamadas alteraciones permite el movimiento de fichas en la red.

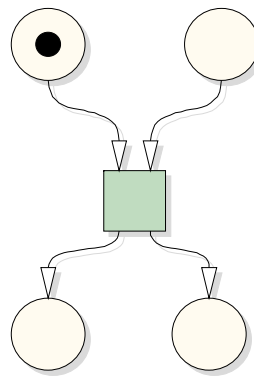
...Reglas de funcionamiento

- ✖ Alteración está habilitada para una marcación si:
 - todas las marcas de entrada están presentes
 - todas las marcas de salida están ausentes
- ✖ La ocurrencia de una alteración o paso:
 - consume las marcas de todos los lugares de entrada
 - genera marcas en todos los lugares de salida
- ✖ **Importante:** Ocurrencia de una alteración habilitada no es obligatoria y depende del evento asociado.
- ✖ No existe ninguna “ley de conservación de marcas”

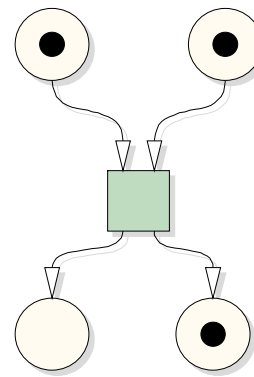
Marcación en las RP



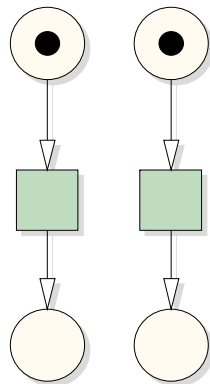
habilitada



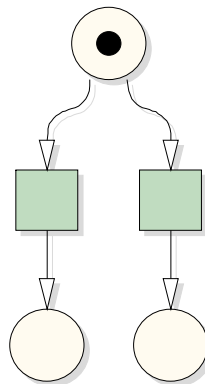
no habilitada



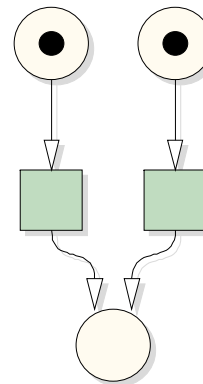
no habilitada



conurrencia

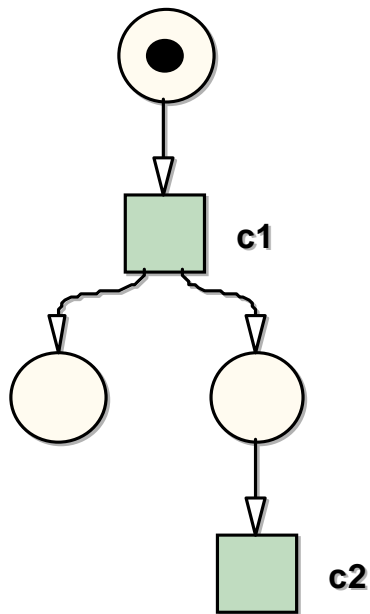


conflicto

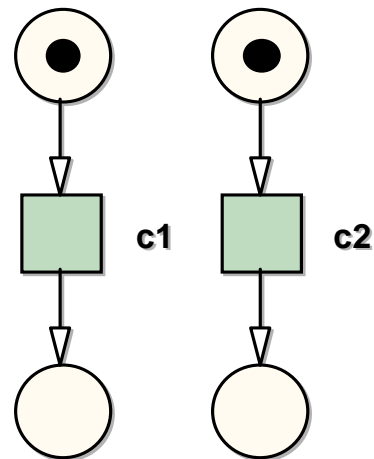


conflicto

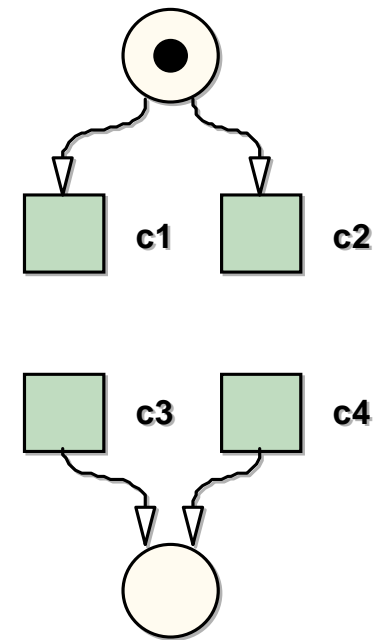
Relaciones causales entre conexiones



secuencia



independencia



opcionalidad

Interpretación de la RP

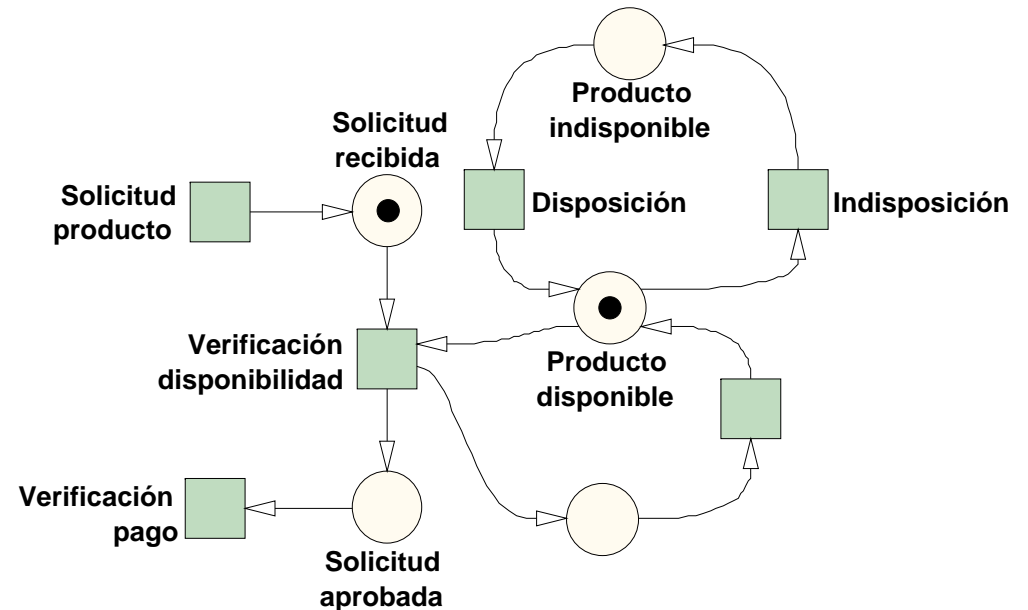
✦ Interpretación general para sistemas de información:

- **Lugar** se entiende como **estado** del sistema (nombre del lugar = nombre del estado).
- **Conexión**, por medio de los arcos, configura una **transición de estado**.
- **Anotación en la conexión** (nombre) se entiende como el **evento** asociado que regula la ocurrencia de la transición.

...Interpretación de la RP

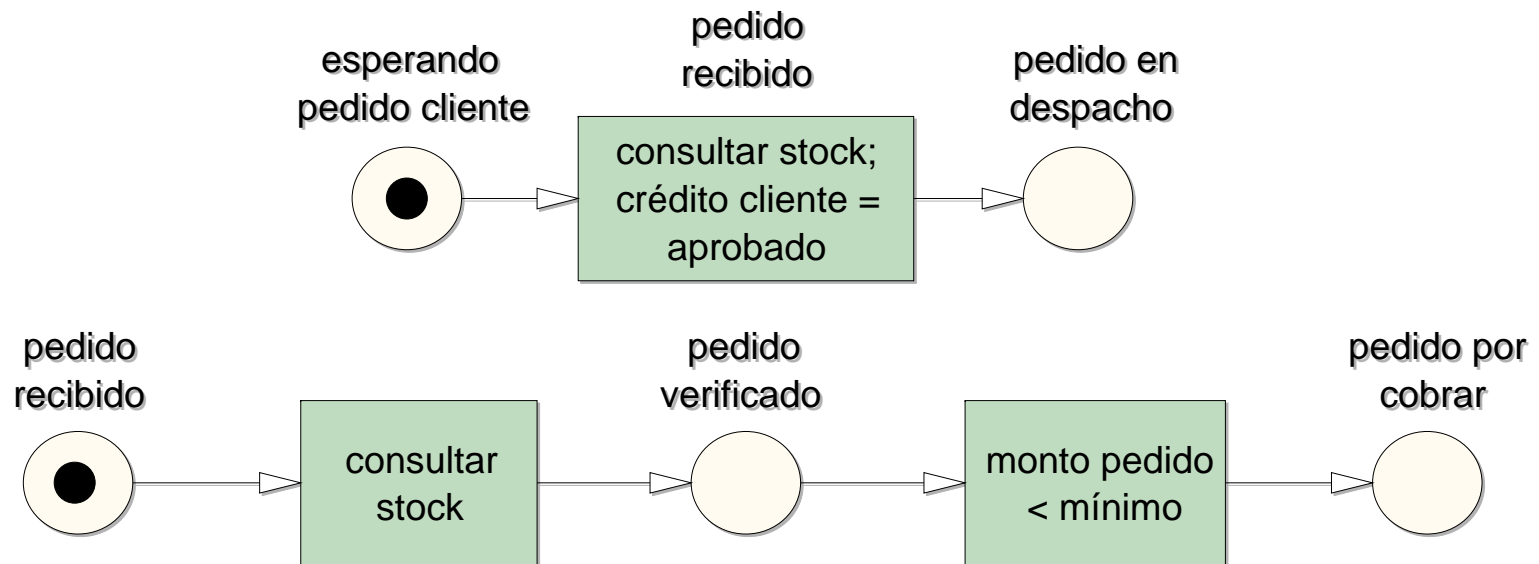
☛ Casos particulares de la interpretación:

- **Transición sin evento** es una alteración que ocurrirá apenas se habilite.
- **Estado sin nombre** es un estado sin significación para el modelo, pero útil para efectos de alguna habilitación.

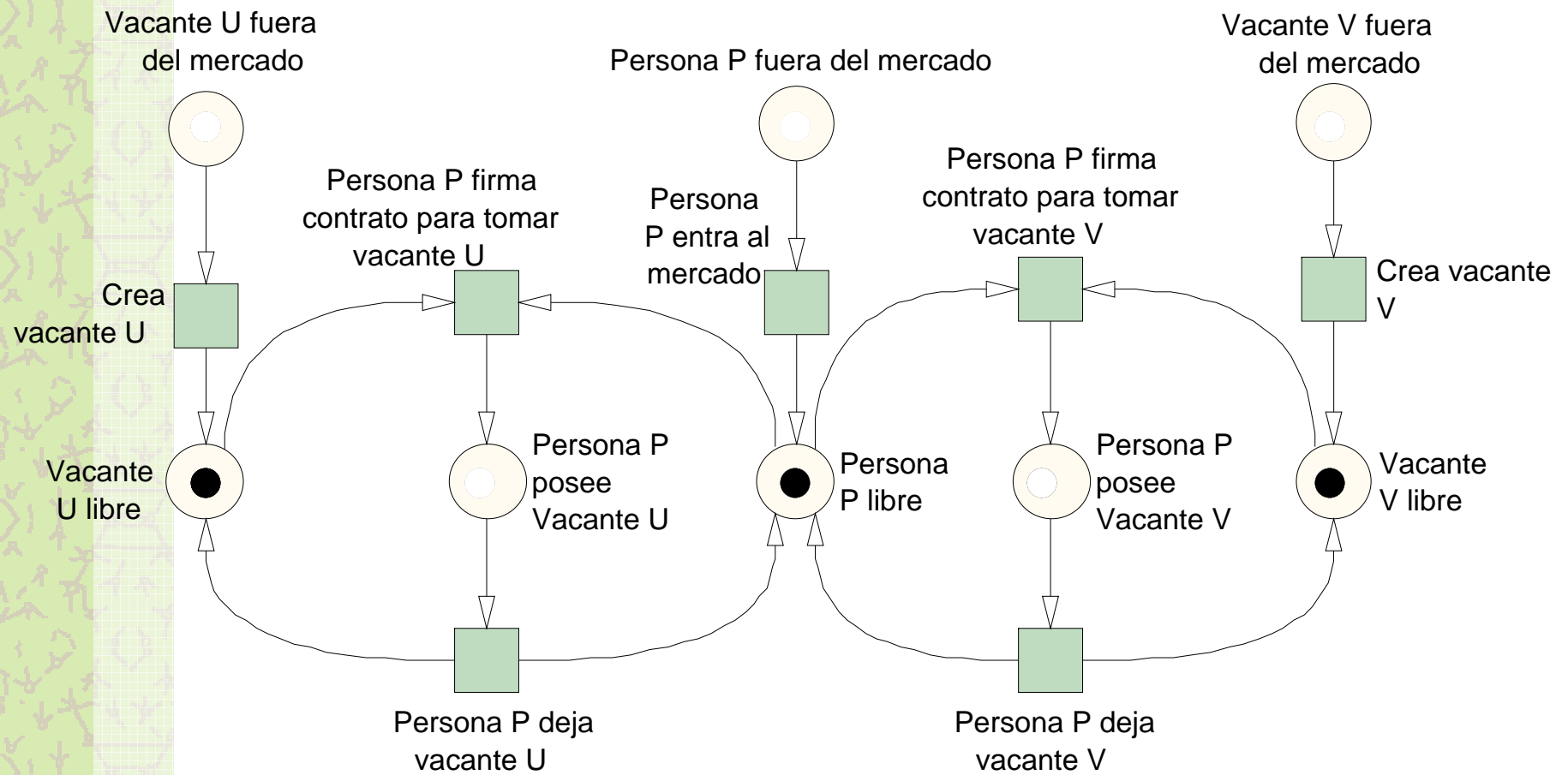


...Interpretación de la RP

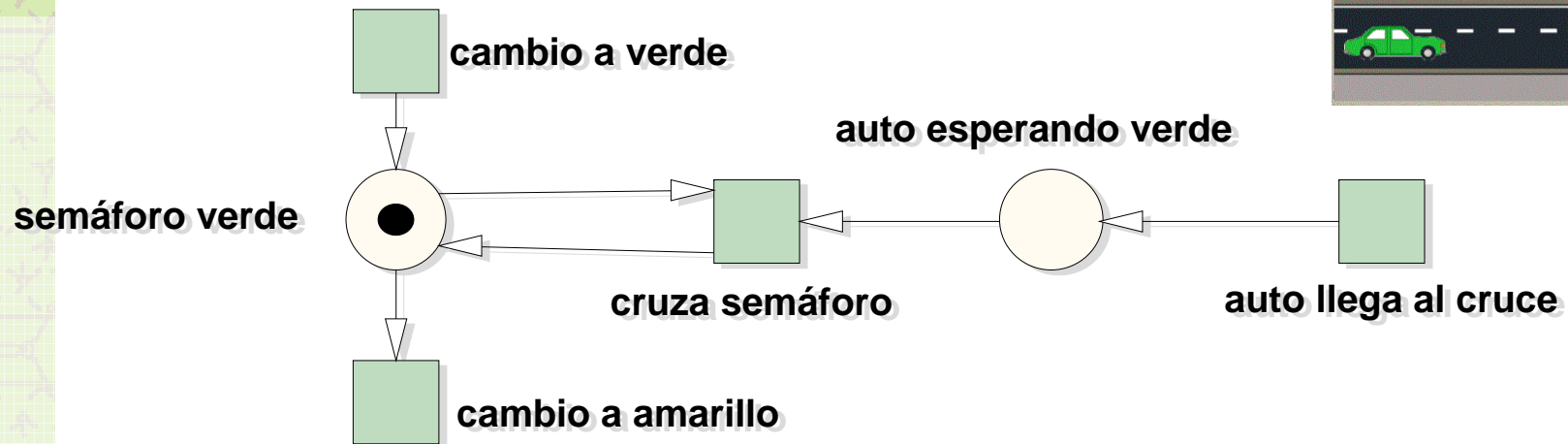
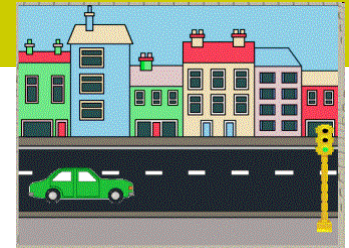
- ...Interpretación para sistemas de información:
 - opcionalmente puede anotarse dentro de la conexión: acciones y/o condiciones



Ejemplo de RP



Ramas restauradoras



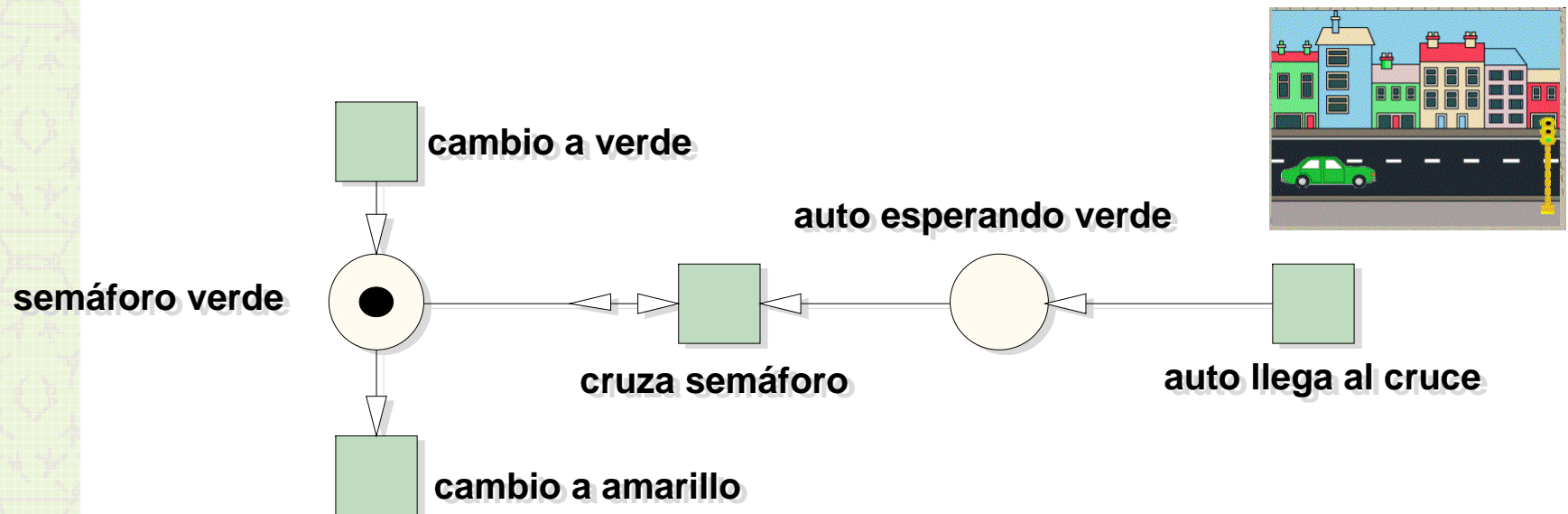
- ⚡ Problemas con la habilitación de **cruza semáforo** (¿por qué?)
- ⚡ Se desea representar que el cruce del auto depende del estado del semáforo, pero que su ocurrencia no lo modifique
- ⚡ Solución: **ramas restauradoras**

...Ramas restauradoras



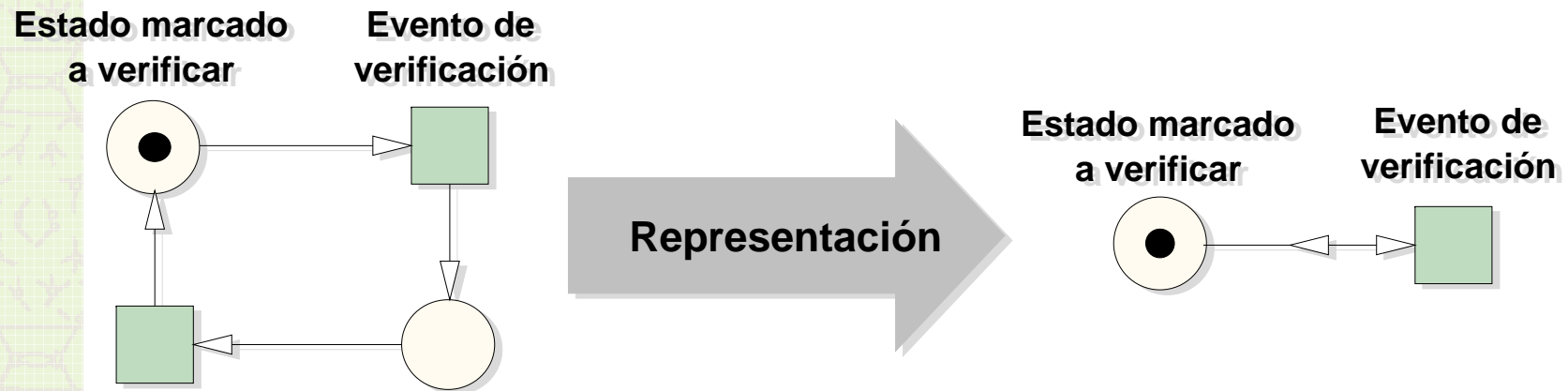
Rama restauradora de **entrada** en una alteración:

- habilita la alteración con la presencia de la marca de entrada
- se interpreta como si se retirara y colocara instantáneamente esta marca, es decir, verifica la presencia de marca en el lugar



...Ramas restauradoras

🔧 Patrón de restauración de una marca de entrada es representado por la rama restauradora de entrada:

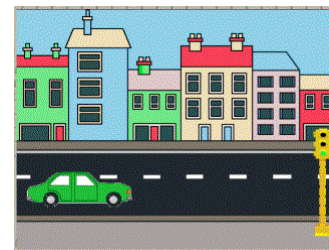
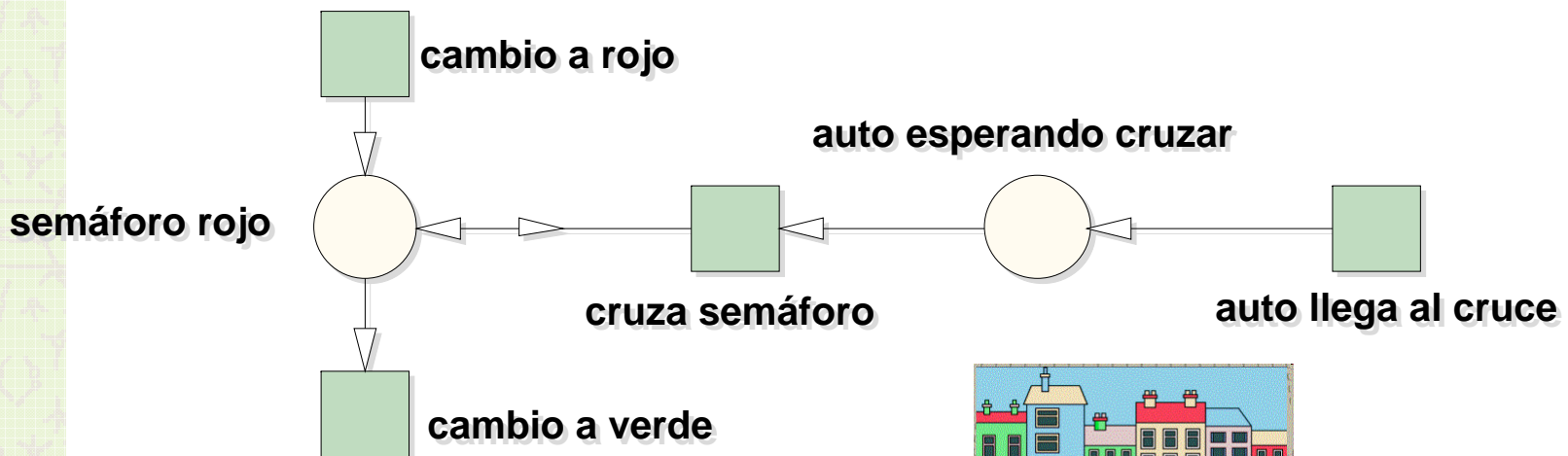


...Ramas restauradoras



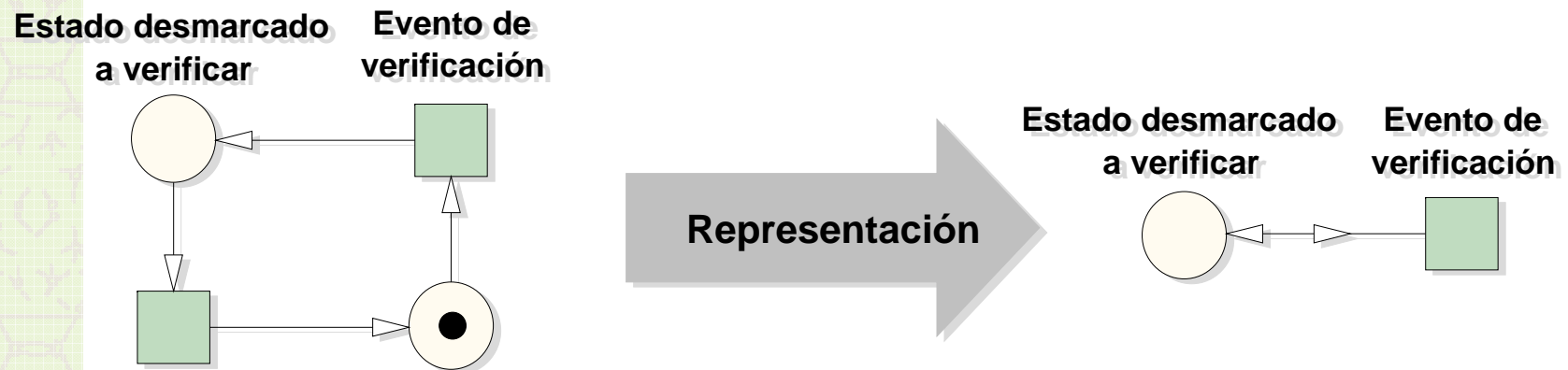
Rama restauradora de **salida** en una alteración:

- habilita la alteración con la ausencia de la marca de salida
- se interpreta como si se colocara y retirara instantáneamente esta marca, es decir, verifica la ausencia de marca en el lugar



...Ramas restauradoras

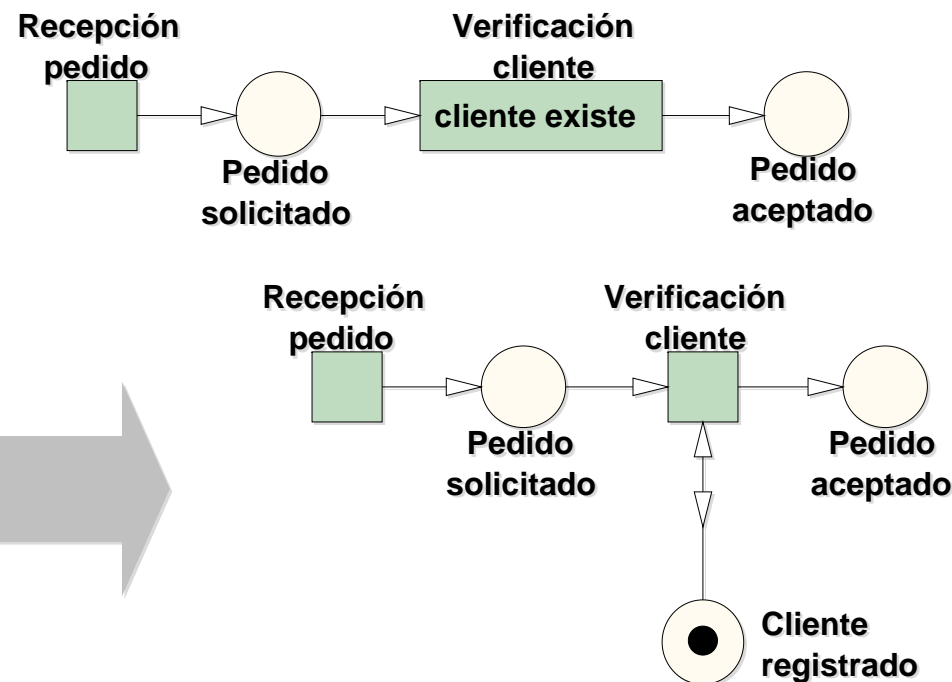
✂ Patrón de restauración de una ausencia de marca de salida es representado por la rama restauradora de salida:



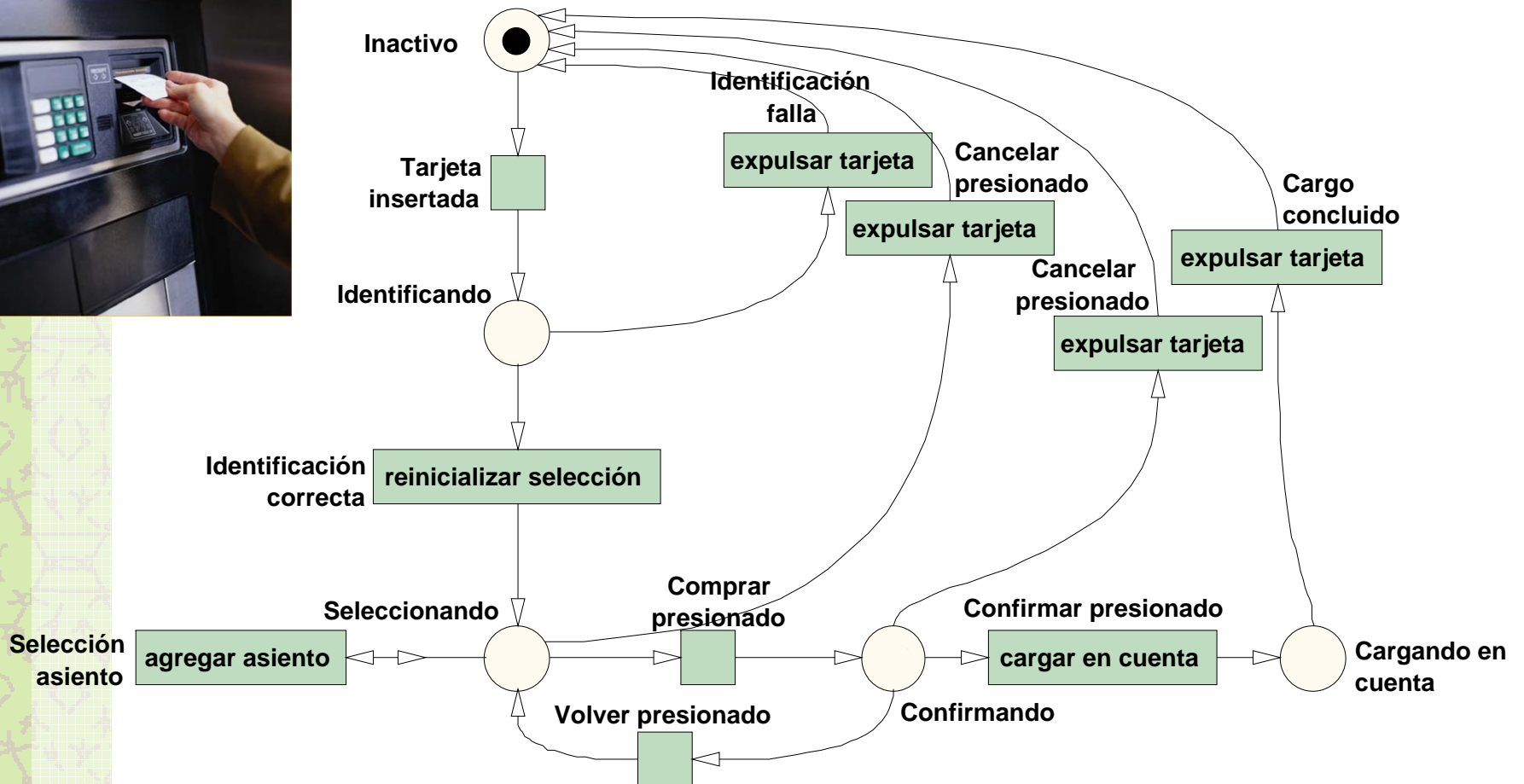
...Ramas restauradoras

Desde el punto de vista de expresividad de la RP se prefiere representar ramas restauradoras que condiciones en las transiciones.

Ejemplo:

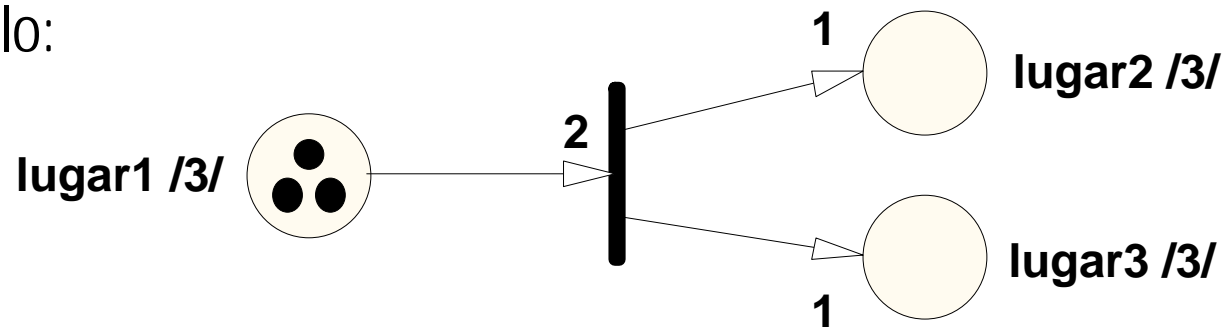


Ejemplo de RP






Clases de RP

- ⚡ **Sistemas condición/evento:** redes elementales ya vistas
- ⚡ **Redes lugar/transición:** más usada para modelar cuantitativamente. Ejemplo:



- ⚡ **Redes compactas:** redes abstractas con variables a partir de las redes elementales
- ⚡ **Redes de colores:** variante de red compacta con fichas de diferentes colores en vez de variables
- ⚡ **Redes canal/actividad:** informales (sin reglas de funcionamiento), útiles para jerarquizar

Jerarquización de RP

- ✦ Redes canal/actividad para construir el nivel abstracto de la red elemental o detallada.
- ✦ Jerarquización resultante no es recursiva (¿por qué?).
- ✦ Componentes de la red canal/actividad:
 - actividad: 
 - canal: 
 - arcos: conectan actividades y canales 

...Jerarquización de RP

- ✚ Reglas para relacionar redes detallada y abstracta:
 - cada componente abstracto (canal y actividad) representa a un conjunto no vacío de componentes detallados (lugares y conexiones)
 - todo componente detallado debe aparecer representado en algún componente abstracto
 - arcos abstractos deben respetar el sentido de los arcos detallados (restauradora se asume como entrada o salida según corresponda)

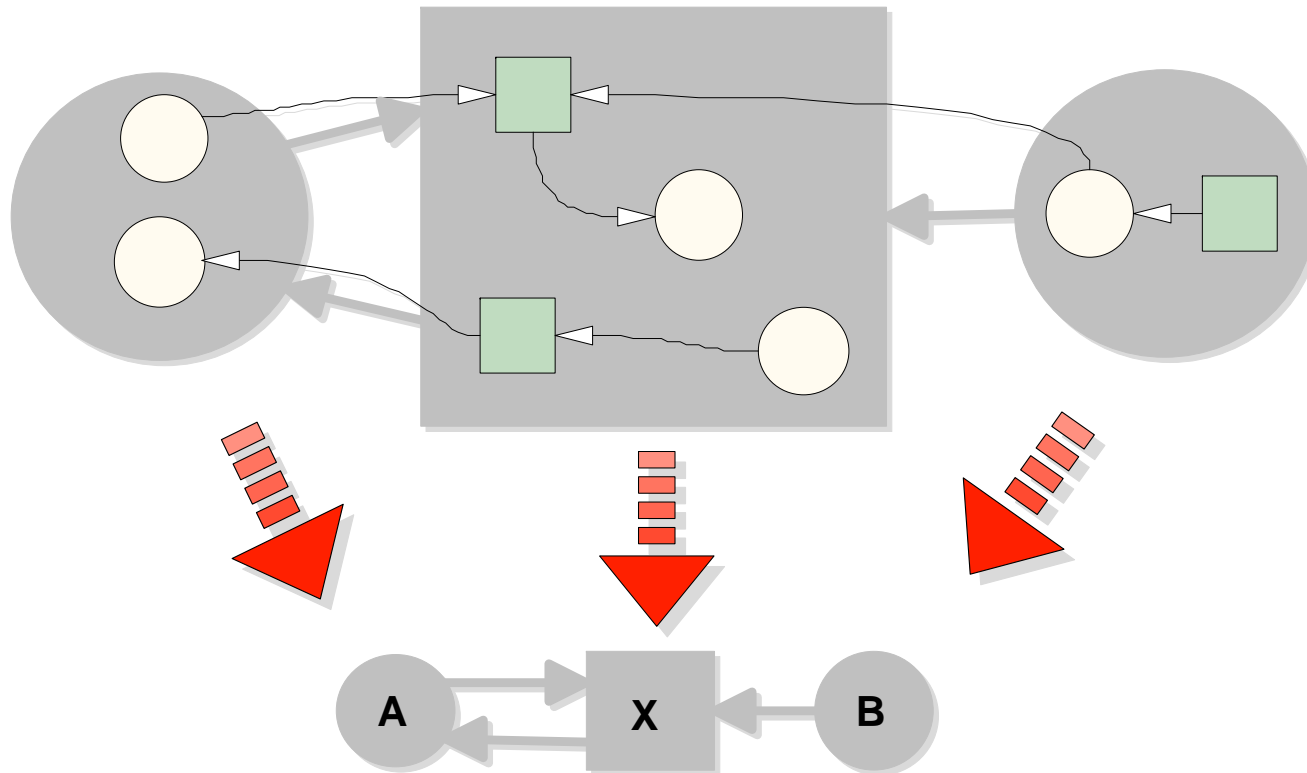
...Jerarquización de RP

✚ ...Reglas para relacionar redes detallada y abstracta:

- componentes detallados en un componente abstracto deben ser consistentes con el entorno local del mismo:
 - actividades contienen conexiones en los límites
 - canales contienen lugares en los límites
- agrupación es arbitraria: en general se busca definir grandes estados y grandes transiciones entre estos estados

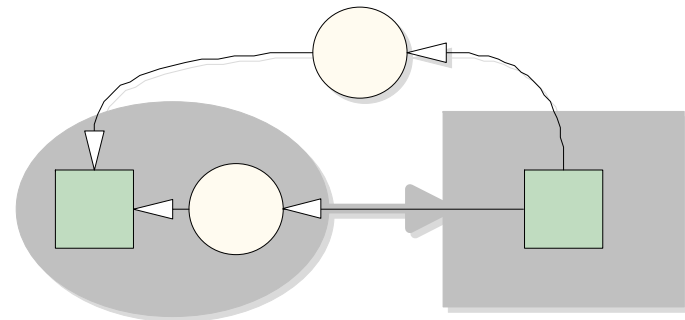
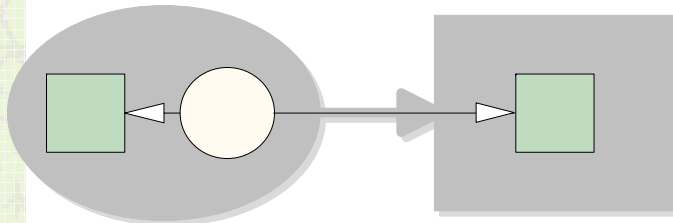
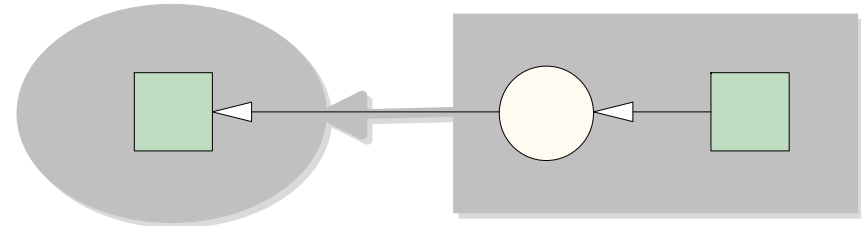
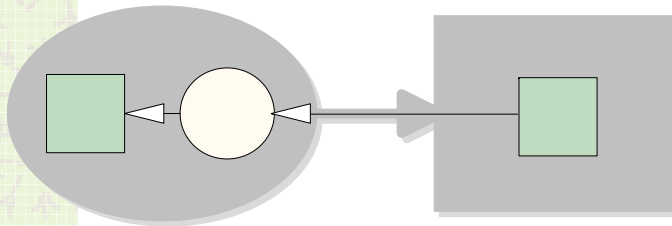
...Jerarquización de RP

✂ Ejemplo genérico:



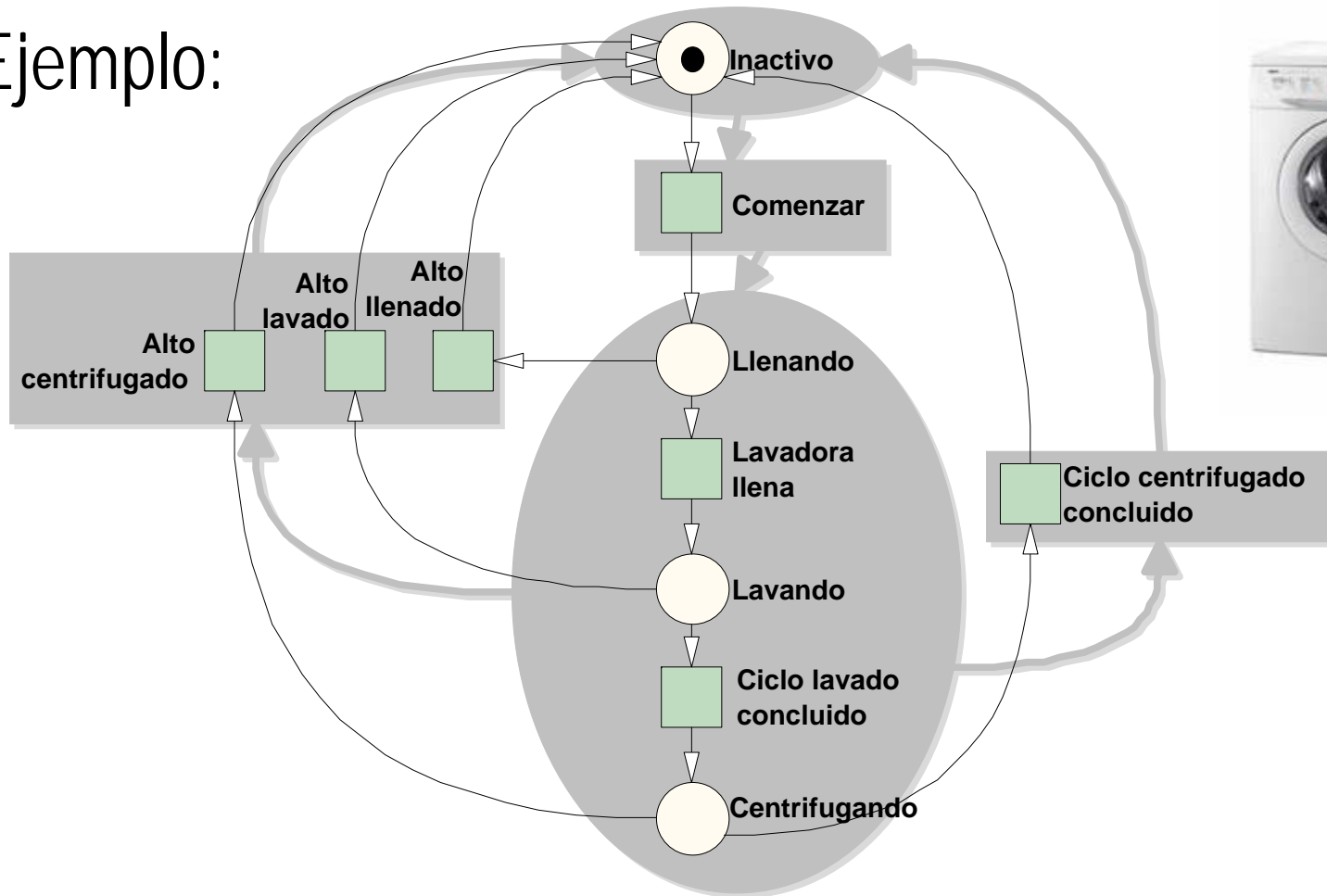
...Jerarquización de RP

✂ Ejemplos genéricos ¿correctos o incorrectos?:



...Jerarquización de RP

🔧 Ejemplo:



...Jerarquización de RP

✚ Red abstracta resultante para el ejemplo anterior:

