



# **Capítulo 6: Modelo Entidad-Relación**

## **Diseño de Base de Datos**

**Fundamentos de Bases de datos, 5ª Edición.**

©Silberschatz, Korth y Sudarshan

Consulte [www.db-book.com](http://www.db-book.com) sobre condiciones de uso





# Capítulo 6: Modelo Entidad-Relación

- Proceso de diseño
- Modelado
- Restricciones
- Diagramas Entidad-Relación
- Aspectos de diseño
- Conjuntos de entidades débiles
- Características del modelo E-R extendido
- Diseño de una base de datos para un banco
- Reducción a esquemas relacionales
- Diseño de bases de datos
- UML





# Proceso de Diseño

- El diseñador de la base de datos debe interactuar con los usuarios para comprender las necesidades y los requerimientos, el objetivo es construir una base de datos que pueda representar estos requisitos.
  - Fase inicial: el diseñador debe interactuar con los expertos y usuarios del dominio.
  - Diseño conceptual: el diseñador elige el modelo de datos, y aplicando sus conceptos, traduce los requisitos en un esquema conceptual.
  - Especificación de requisitos funcionales: los usuarios describen los datos que necesitan pero también describen las operaciones que se llevarán a cabo con estos datos.
  - Paso del modelo abstracto al modelo físico:
    - ▶ Primero se traduce el esquema conceptual de alto nivel al modelo de datos de la implementación del sistema de bases de datos.
    - ▶ Luego se pasa al modelo físico en el que se especifican las características físicas de la base de datos, archivos y estructuras internas.
- El proceso de diseño debe evitar 2 peligros; REDUNDANCIA e INCOMPLETITUD





# Modelado

- Una *base de datos* se puede diseñar como:
  - una colección de entidades,
  - relaciones entre entidades.
- Una **entidad** es un objeto del mundo real que es distinguible de todos los demás.
  - Ejemplo: una persona específica, una empresa, un caso, una planta
- Las entidades tienen atributos
  - Ejemplo: las personas tienen *nombres y direcciones*
- Un **conjunto de entidades** es un conjunto de entidades del mismo tipo que comparten las mismas propiedades, o atributos.
  - Ejemplo: el conjunto de todas las personas, empresas, árboles, vacaciones





# Conjuntos de entidades *cliente* y *préstamo*

id\_cliente

nombre\_  
cliente

calle\_  
cliente

ciudad\_  
cliente

número\_  
préstamo

cantidad

32.112.312	Santos	Mayor	Peguerinos
------------	--------	-------	------------

1.928.374	Gómez	Carretas	Cerceda
-----------	-------	----------	---------

67.789.901	López	Mayor	Peguerinos
------------	-------	-------	------------

55.555.555	Sotoca	Real	Cádiz
------------	--------	------	-------

24.466.880	Pérez	Carretas	Cerceda
------------	-------	----------	---------

96.396.396	Valdivieso	Goya	Vigo
------------	------------	------	------

33.557.799	Fernández	Jazmín	León
------------	-----------	--------	------

*cliente*

P-17	1.000
------	-------

P-23	2.000
------	-------

P-15	1.500
------	-------

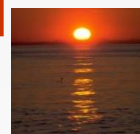
P-14	1.500
------	-------

P-19	500
------	-----

P-11	900
------	-----

P-16	1.300
------	-------

*préstamo*





# Conjuntos de relaciones

- Una **relación** es una asociación entre varias entidades

Ejemplo:

<u>Gómez</u>	<u>impositor</u>	<u>C-102</u>
entidad <i>cliente</i>	conjunto de relación	entidad <i>cuenta</i>

- Un **conjunto de relaciones** es una relación matemática entre  $n \geq 2$  entidades, cada una de ellas tomadas de los conjuntos de entidades

$$\{(e_1, e_2, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$$

donde  $(e_1, e_2, \dots, e_n)$  es una relación

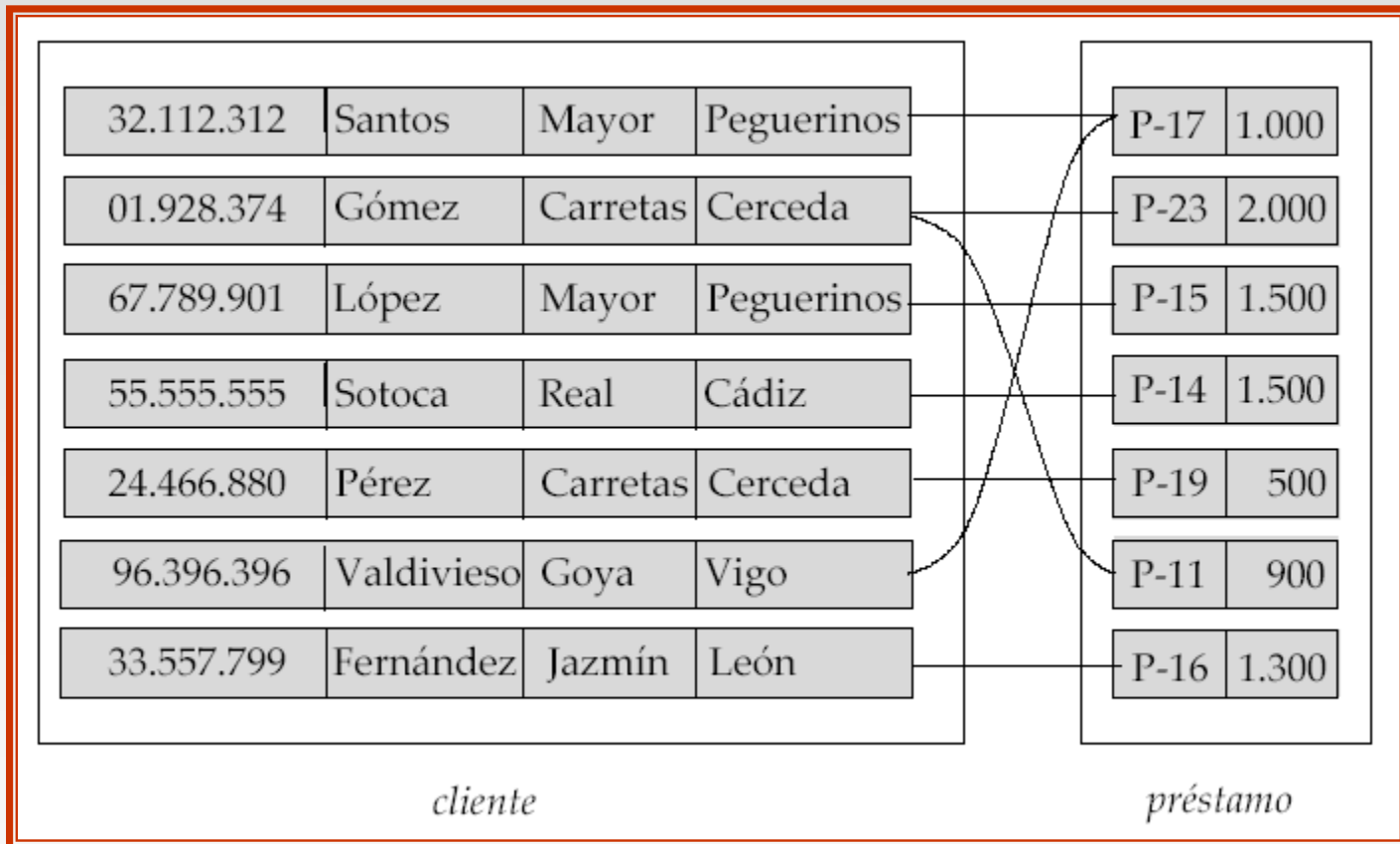
- Ejemplo:

$$(Gómez, C-102) \in \textit{impositor}$$





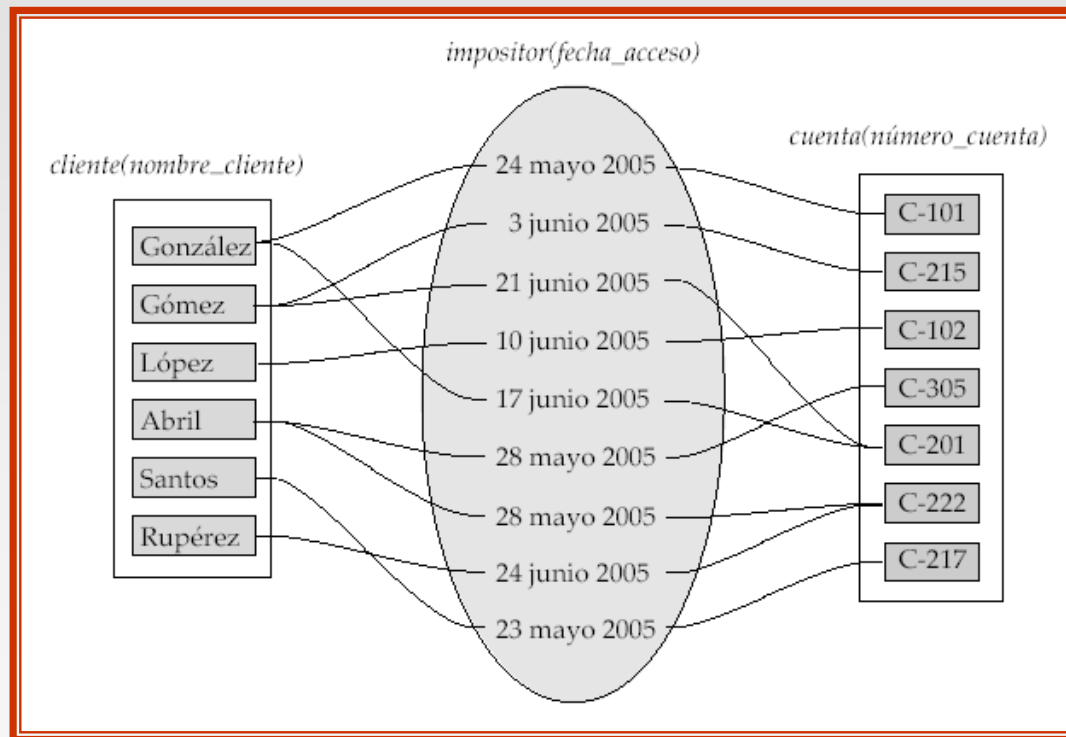
# Conjunto de relaciones *prestatario*





# Conjuntos de relaciones (cont.)

- Una relación puede tener atributos denominados **atributos descriptivos**, que pueden ser también propiedad de un conjunto de relaciones.
- Por ejemplo, el conjunto de la relaciones *impositor* entre los conjuntos de entidades *cliente* y *cuenta* pueden tener el atributo *fecha\_acceso*.



- Puede ser también que se tengan varias fechas de acceso, por lo cual se puede definir un atributo multivalorado para todas las fechas de acceso.







# Grado de un conjunto de relaciones

- Se refiere al número de conjuntos de entidades que participan en un conjunto de relaciones.
- Los conjuntos de relaciones que implican a dos conjuntos de entidades se denominan **binarios** (o de grado dos). En general, la mayoría de los conjuntos de relaciones en un sistema de bases de datos son binarios.
- Los conjuntos de relaciones pueden implicar a más de dos conjuntos de entidades.
  - 👉 Por ejemplo, supónganse los empleados de un banco que puedan desempeñar distintos trabajos (responsabilidades) en diferentes sucursales, con diferentes trabajos en cada una de ellas. Existe un conjunto de relaciones ternario entre los conjuntos de entidades *empleado*, *trabajo* y *sucursal*.
- Las relaciones entre más de dos conjuntos de entidades no son muy comunes. La mayoría de las relaciones son binarias. (Más adelante trataremos este tema con más profundidad.)





# Atributos

- Una entidad se representa mediante un conjunto de atributos, que describen propiedades que posee cada miembro de un conjunto de entidades.

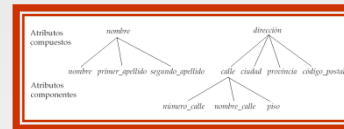
Ejemplo: *cliente* = (*id-cliente*, *nombre-cliente*, *calle-cliente*, *ciudad-cliente*)  
*préstamo* = (*número-préstamo*, *cantidad*)

- **Dominio** – el conjunto de valores permitidos para cada atributo

Ejemplo: *nombre\_cliente* son todas las cadenas de texto de cierta longitud.  
*número\_préstamo* cadenas de caracteres de la forma P-n

- Tipos de atributos:

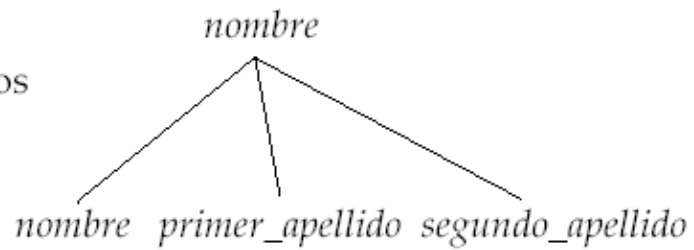
- Atributos *simples* y *compuestos*.
- Atributos *monovalorados* y *multivalorados*
  - ▶ Ejemplo de atributo multivalorado: *números-teléfono*
- Atributos *derivados*
  - ▶ Se pueden derivar de los valores de otros atributos
  - ▶ Por ejemplo, la edad de la fecha de nacimiento



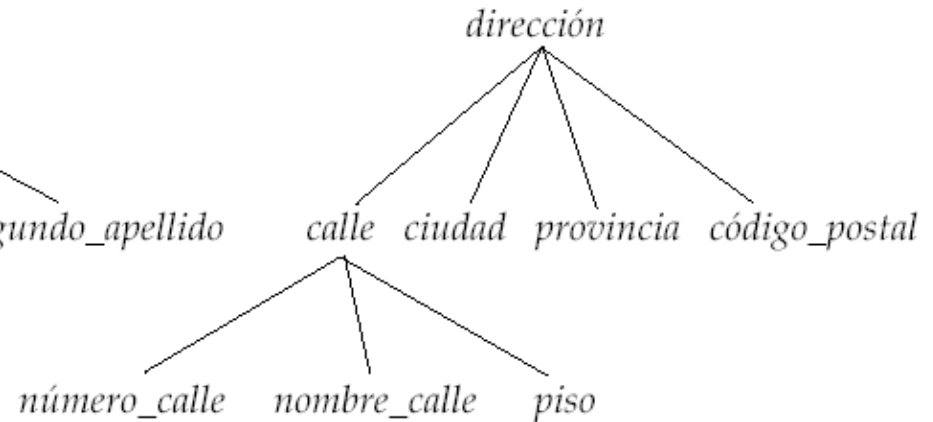


# Atributos compuestos

Atributos  
compuestos



Atributos  
componentes





# Restricciones

- Un esquema de desarrollo E-R puede definir ciertas restricciones a las que el contenido de la base de datos se debe adaptar.
  - Correspondencia de cardinalidades
  - Claves
  - Conjunto de entidades
  - Conjuntos de relaciones
  - Restricciones de participación





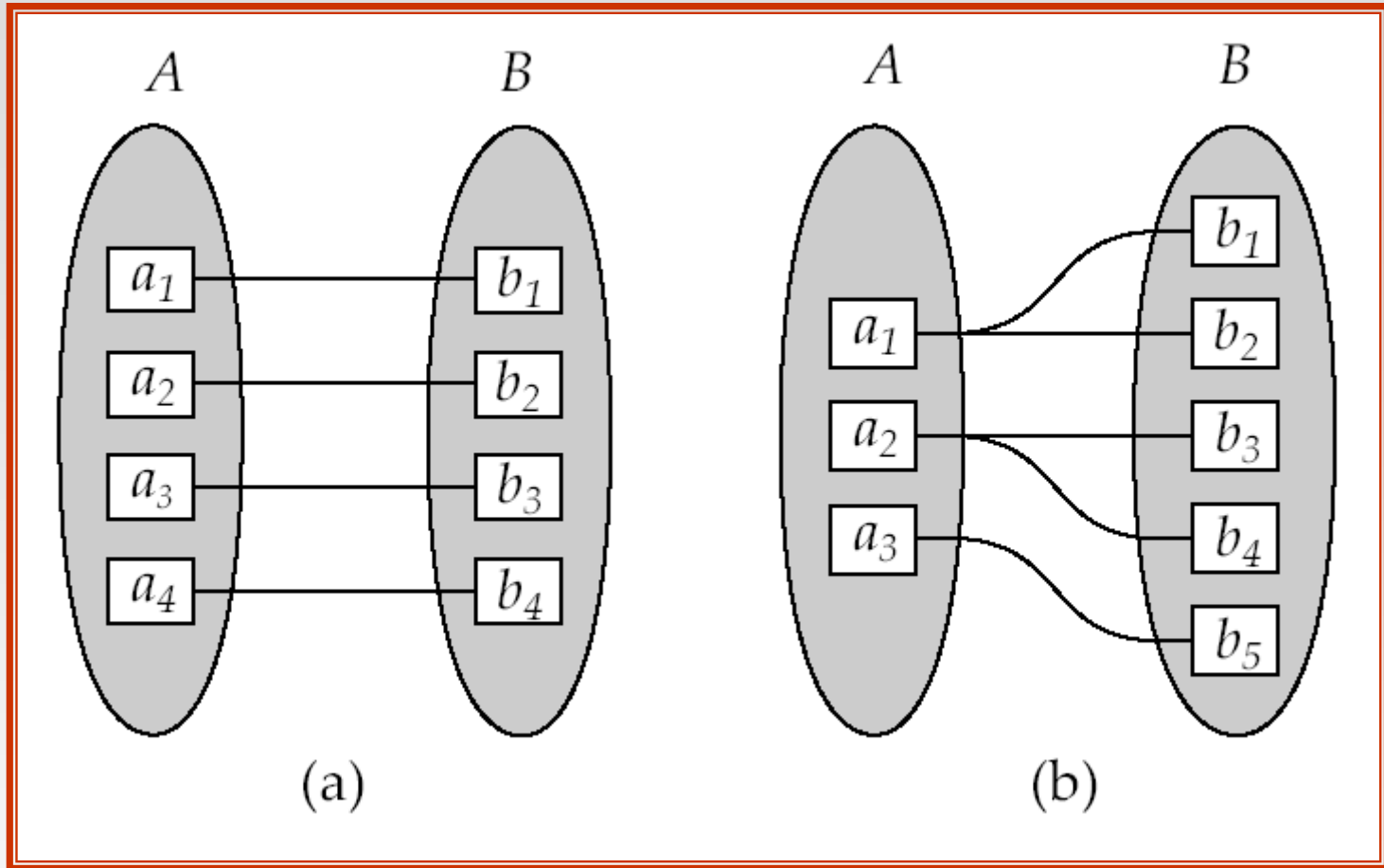
# Correspondencia de cardinalidades

- Expresa el número de entidades a las que se puede asociar otra entidad a través de un conjunto de relaciones.
- Es más útil para describir conjuntos de relaciones binarios.
- Para un conjunto de relaciones binario, la correspondencia de cardinalidades debe ser de uno de los tipos siguientes:
  - Uno a uno
  - Uno a varios
  - Varios a uno
  - Varios a varios





# Correspondencia de cardinalidades



Uno a uno

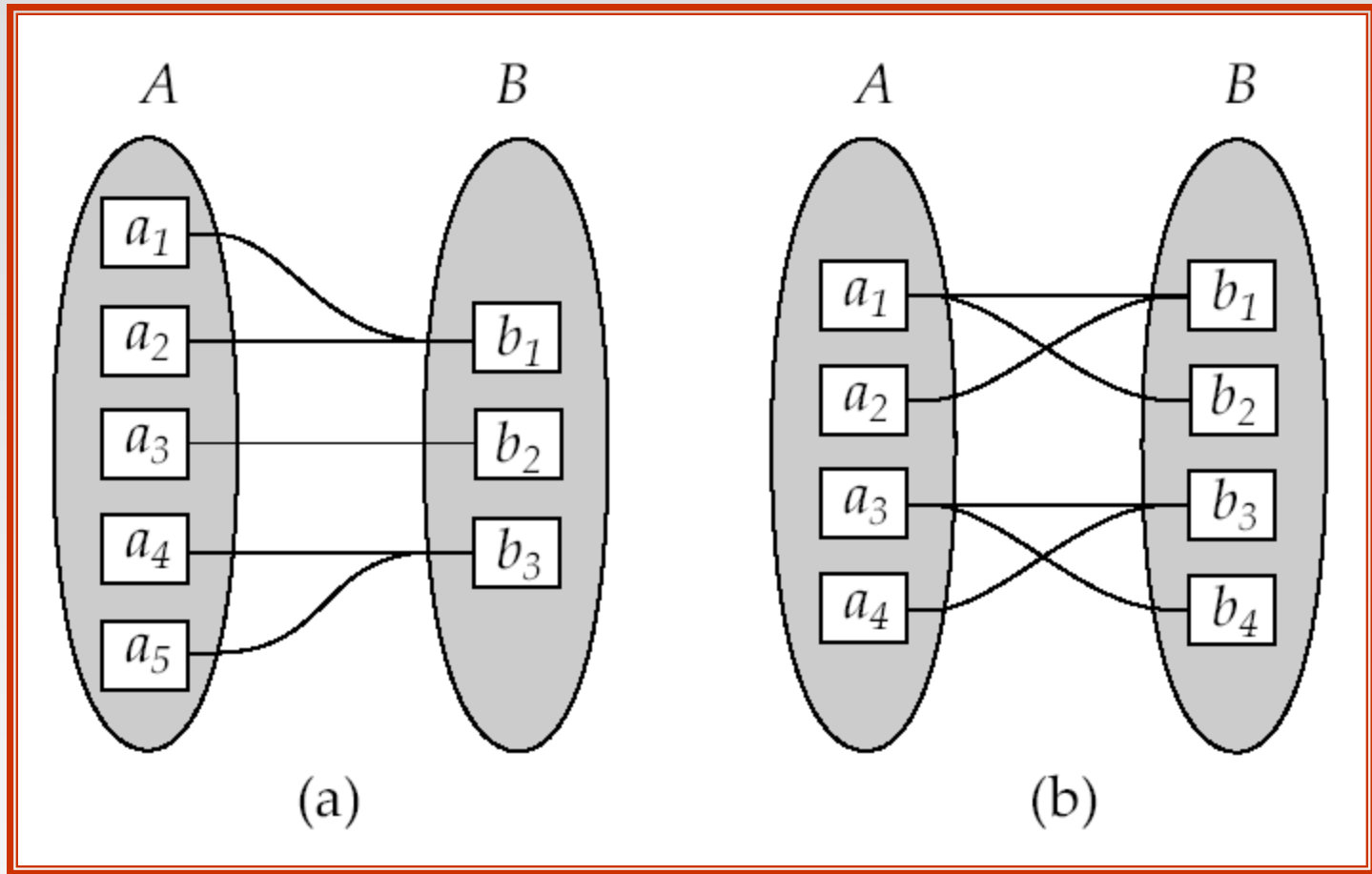
Uno a varios

Nota: Algunos elementos de  $A$  y  $B$  puede que no se correspondan con ningún elemento del otro conjunto





# Correspondencia de cardinalidades



Varios a uno

Varios a varios

Nota: Algunos elementos de  $A$  y  $B$  puede que no se correspondan con ningún elemento del otro conjunto





# Claves

Conceptualmente cada entidad es distinta de las otras. Desde el punto de vista de la base de datos esto se debe expresar en función a los atributos.

No se permite que ningún par de entidades de un conjunto de entidades tenga exáctamente el mismo valor en todos sus atributos.

- Una **superclave** de un conjunto de entidades es un conjunto de uno o más atributos cuyos valores permiten identificar unívocamente una entidad determinada. Ej. *Id\_cliente*, *Id\_cliente* + *Nombre\_cliente*
- Una **clave candidata** de un conjunto de entidades es una superclave mínima
  - *id\_cliente* es la clave candidata de *cliente*
  - *número\_cuenta* es la clave candidata de *cuenta*
- Aunque pueden existir varias claves candidatas, una de ellas se elige como la **clave primaria**. Esta es una decisión del diseñador de la base de datos.

La clave primaria se debe elegir de manera que sus atributos, nunca o casi nunca cambien.







# Conjunto de entidades

- Las claves (primarias – candidatas – superclaves) son propiedades del conjunto de entidades, más que de cada una de las entidades.
- Dos entidades cualquiera del conjunto de entidades no pueden tener el mismo valor de los atributos de su clave al mismo tiempo.
- La designación de una clave representa una restricción de la empresa real que se está modelando.





# Conjuntos de relaciones

- Sea  $R$  un conjunto de relaciones que involucra a los conjuntos de entidades  $E_1, E_2, \dots, E_n$ .
- Sea clave primaria ( $E_i$ ) el conjunto de atributos que forma la clave primaria del conjunto de entidades  $E_i$ .
- Si el conjunto de relaciones  $R$  no tiene atributos asociados, entonces el conjunto de atributos  
clave primaria ( $E_1$ )  $\cup$  clave primaria ( $E_2$ )  $\cup \dots \cup$  clave primaria ( $E_n$ )  
describe una relación concreta del conjunto  $R$
- Si el conjunto de relaciones  $R$  tiene asociado los atributos  $\{a_1, a_2 \dots a_m\}$ , entonces el conjunto de atributos  
clave primaria ( $E_1$ )  $\cup$  clave primaria ( $E_2$ )  $\cup \dots \cup$  clave primaria ( $E_n$ )  $\cup \{a_1, a_2 \dots a_m\}$   
describe una relación concreta del conjunto  $R$





# Claves de conjuntos de relaciones

- La combinación de claves primarias de los conjuntos de entidades participantes constituyen una superclave de un conjunto de relaciones.
  - $(id\_cliente, número\_cuenta)$  es la superclave de *impositor*
  - *Nota: esto quiere decir que un par de conjuntos de entidades pueden tener, a lo sumo, una relación en un conjunto de relaciones en particular.*
    - ▶ P. e., si se desea hacer el seguimiento de todos los *fecha-acceso* a cada cuenta de cada cliente, no se puede asumir una relación para cada acceso. Aunque se puede utilizar un atributo multivalorado
- Cuando se decida cuáles son las claves candidatas se deberá considerar la correspondencia de cardinalidad
- En el caso de que exista más de una clave candidata, al seleccionar la *clave primaria* se deberá tener en cuenta la semántica del conjunto de relaciones. (esto lo vamos a ver nuevamente más adelante)





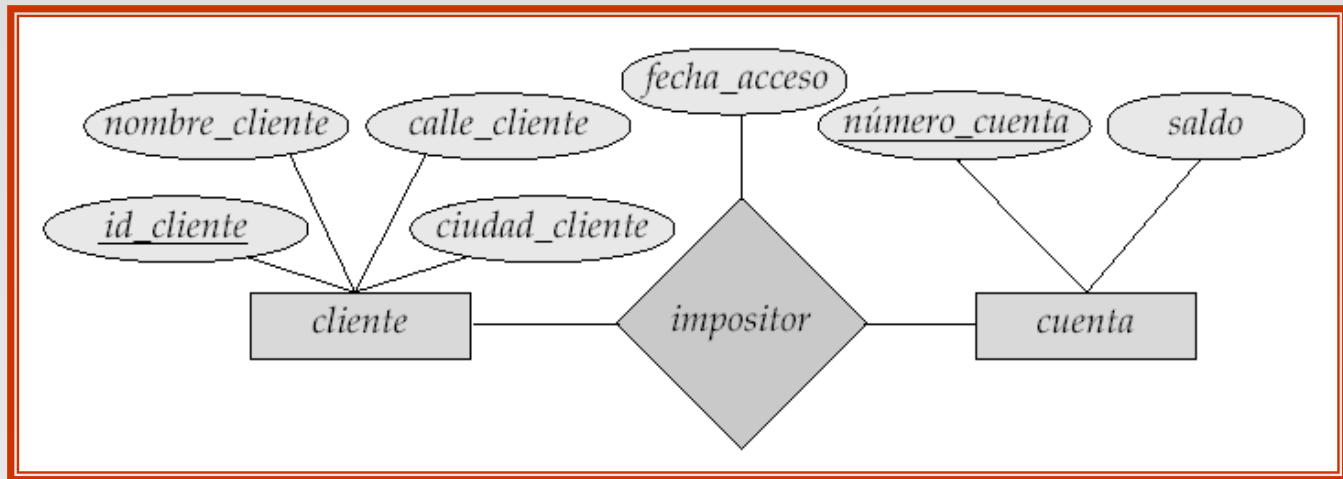
# Restricciones de participación

- Se dice que la participación de un conjunto de entidades  $E$  en un conjunto de relaciones  $R$  es *total* si cada entidad de  $E$  participa al menos en una relación de  $R$ .
- Si sólo algunas entidades  $E$  participa en relaciones de  $R$ , se dice que la participación es *parcial*.
- Por ejemplo, se puede esperar que cada entidad *préstamo* este relacionada al menos con un *cliente*, por lo tanto la participación de *prestamo* en el conjunto de relaciones *prestatario* es *total*.
- En cambio un individuo puede ser *cliente* de un banco aunque no tenga concedido ningún *préstamo*. Por lo tanto la participación de *cliente* en la relación *prestatario* es *parcial*.





# Diagramas E-R

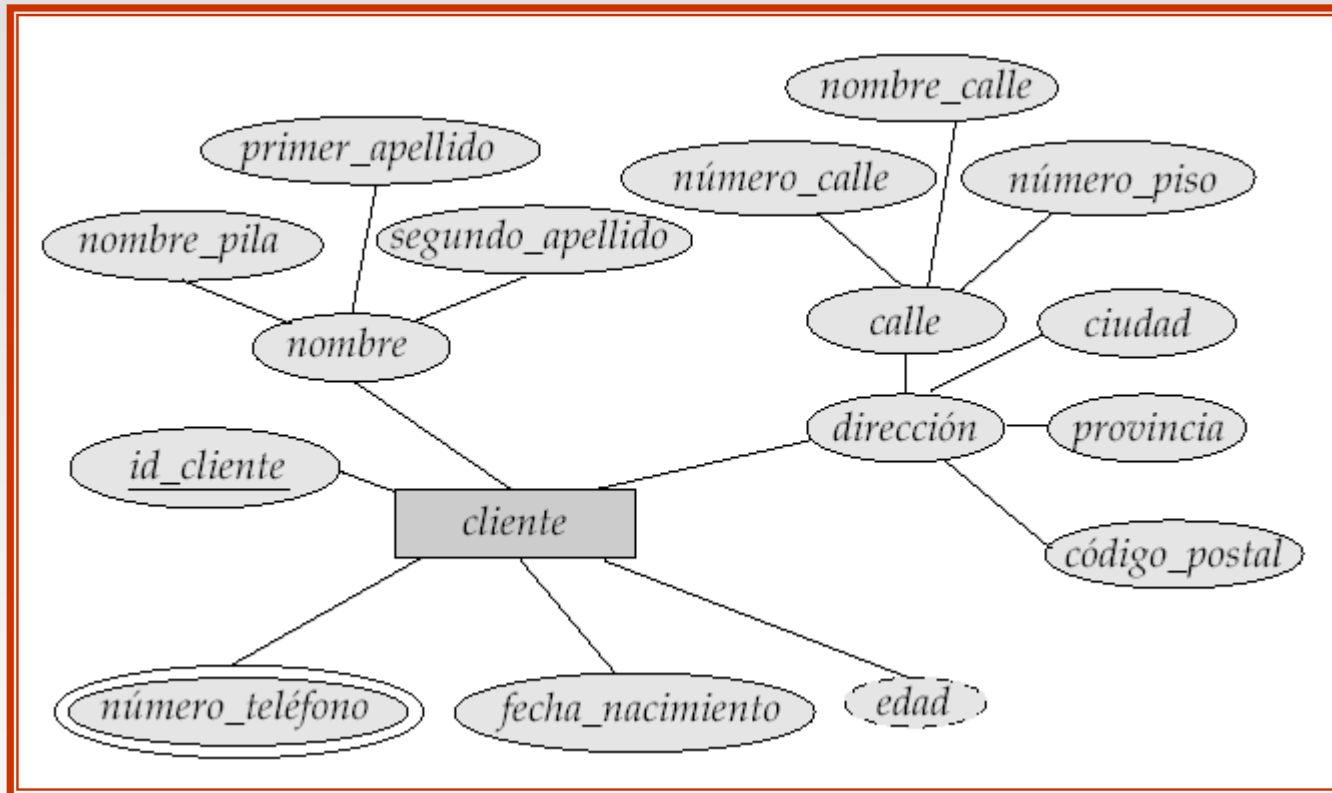


- Rectángulos representan conjuntos de entidades.
  - Rectángulos dobles, representa entidades débiles (más adelante)
- Rombos representan conjuntos de relaciones.
- Líneas enlazan atributos con conjuntos de entidades, y éstos con conjuntos de relaciones.
- Elipses representan atributos
  - Elipses dobles representan atributos multivalorados.
  - Elipses discontinuas denotan atributos derivados.
- Subrayado indica atributos clave primarios (más adelante)





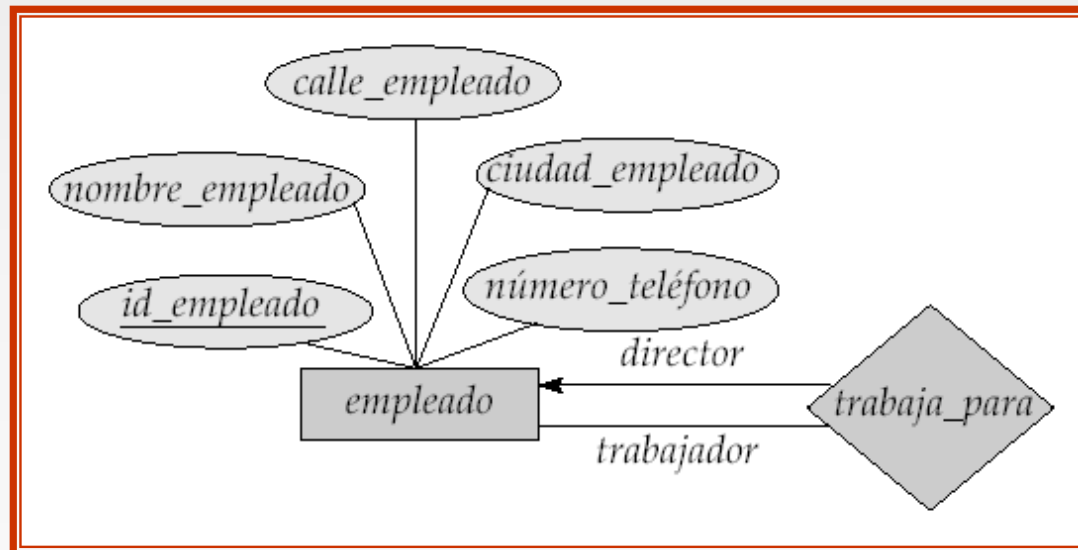
## Diagrama E-R con atributos compuestos, multivalorados y derivados





# Papeles

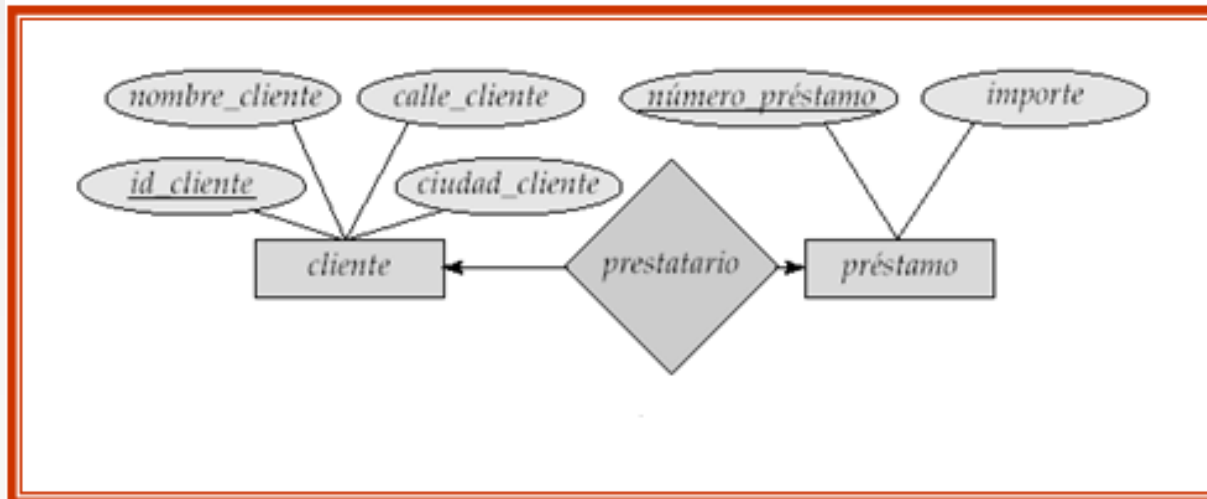
- Los conjuntos de entidades de una relación necesitan no ser distintivas
- Las etiquetas “director” y “trabajador” se denominan **papeles**; especifican cómo las entidades de empleados interactúan a través del conjunto de relaciones trabaja-para.
- Los papeles se indican en diagramas E-R etiquetando las líneas que conectan rombos con rectángulos.
- Las etiquetas de papeles son opcionales y se utilizan para aclarar la semántica de la relación





# Restricciones de cardinalidad

- Las restricciones de cardinalidad se expresan o bien dibujando una línea directa ( $\rightarrow$ ), cuyo significado es “uno,” o bien con una línea indirecta ( $\text{—}$ ), cuyo significado es “varios”, entre el conjunto de relaciones y el conjunto de entidades.
- P. e.: Relación uno a uno:
  - Un cliente se asocia, a lo sumo, con un préstamo a través de la relación *prestatario*
  - Un préstamo se asocia, a lo sumo, con un cliente a través de la relación *prestatario*

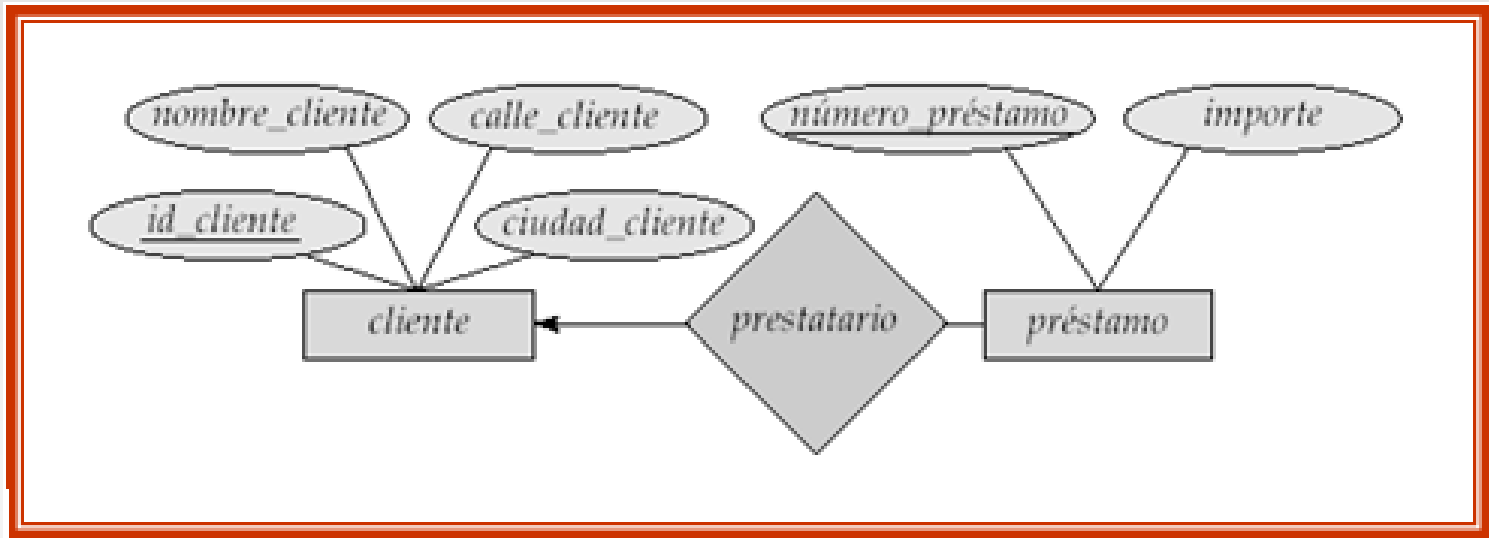






# Relación uno a varios

- En la relación uno a varios, un préstamo se asocia con, a lo sumo, un cliente a través de *prestatario*, un cliente se asocia con varios (incluyendo 0) préstamos a través de *prestatario*





# Relación varios a uno

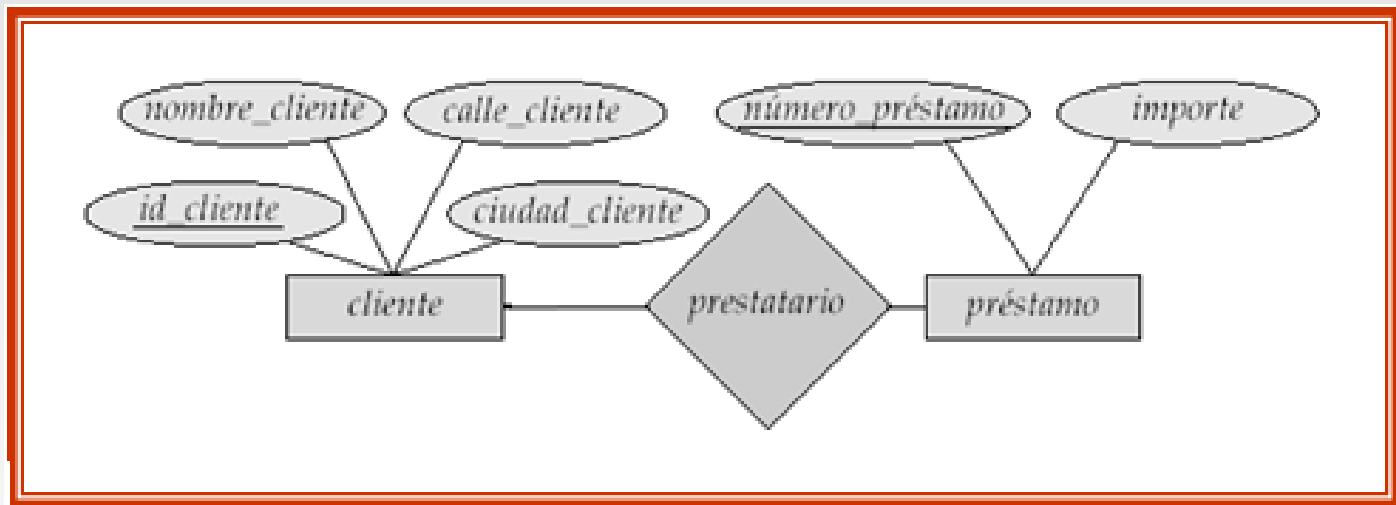
- En la relación varios a uno, un préstamo pertenece a varios (incluyendo 0) clientes a través de *prestatario*, un cliente se asocia con, a lo sumo, un préstamo a través de *prestatario*





# Relación varios a varios

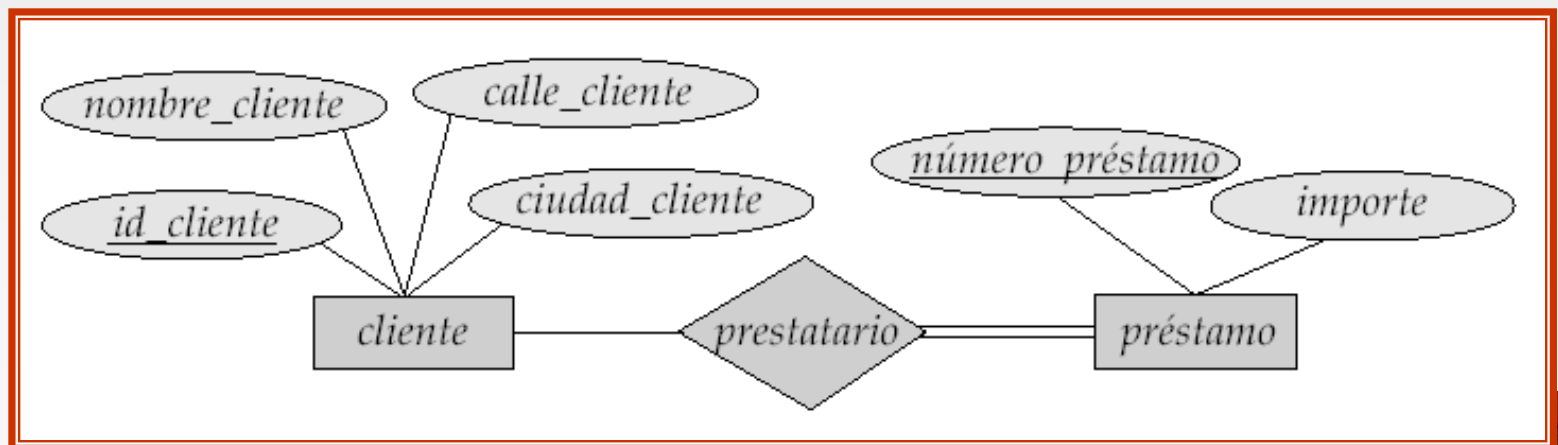
- Un cliente se asocia con varios (posiblemente 0) préstamos a través de la relación *prestatario*
- Un préstamo se asocia con varios (posiblemente 0) clientes a través de la relación *prestatario*





# Participación de un conjunto de entidades en un conjunto de relaciones

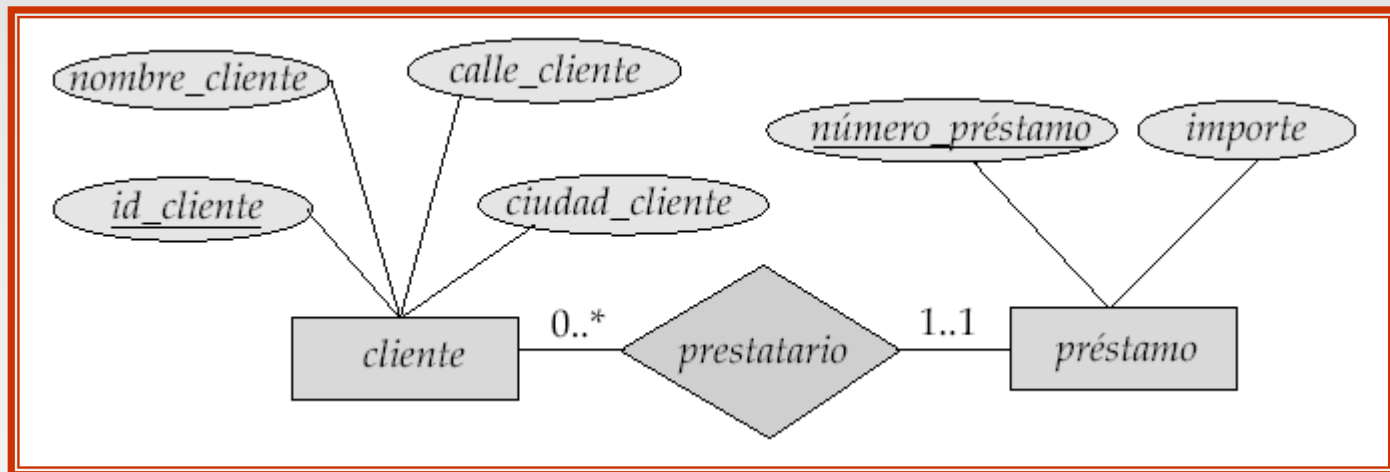
- Participación total (indicada con doble línea): cada entidad del conjunto de entidades participa en, al menos, una relación del conjunto de relaciones
  - P. e. la participación de préstamo en prestatario es total
    - ▶ cada préstamo debe tener un cliente asociado a él a través de prestatario
- Participación parcial: puede ser que algunas entidades no participen en ninguna relación del conjunto de relaciones
  - P. e. la participación de cliente en prestatario es parcial





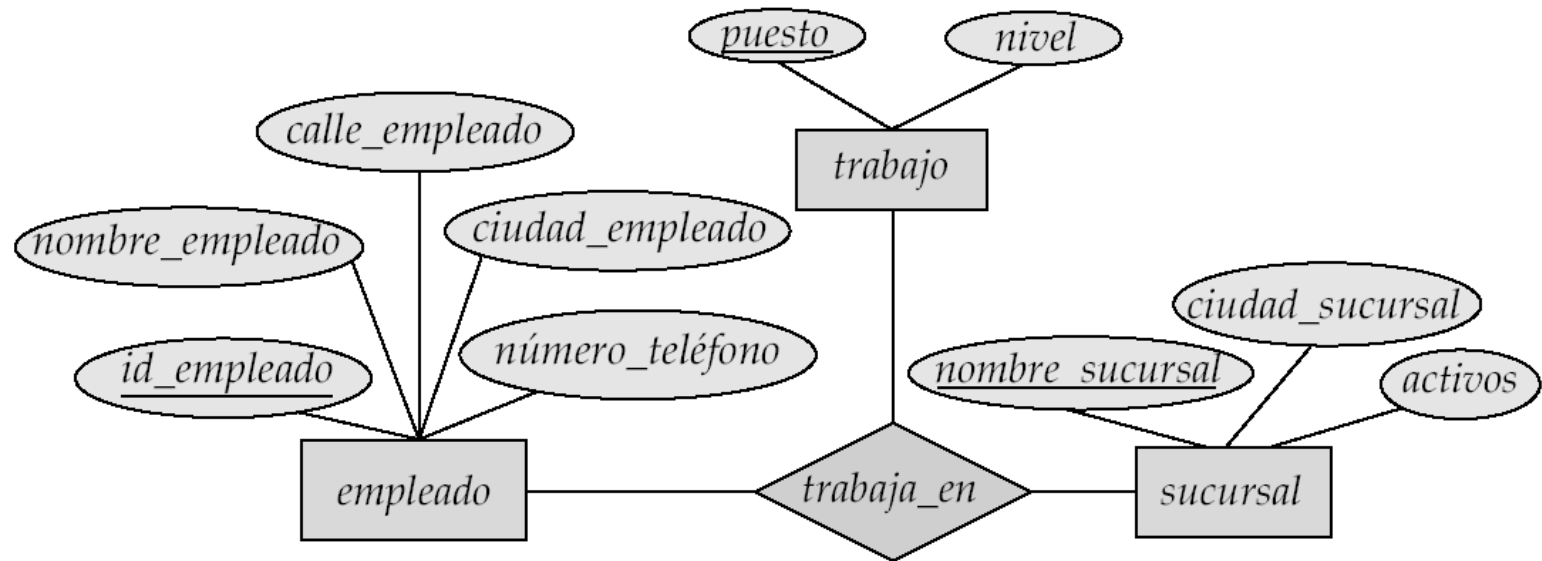
# Notación alternativa de los límites de cardinalidad

- Los límites de cardinalidad también pueden expresar restricciones de participación





# Diagrama E-R con una relación ternaria





# Restricciones de cardinalidad en relaciones ternarias

- Se permite, como máximo, una flecha fuera de relación ternaria (o de mayor grado) para indicar una restricción de cardinalidad
- P. e. una flecha desde *trabaja-en* a *trabajo* indica que cada empleado trabaja, a lo sumo, en un trabajo en cada rama.
- Si existe más de una flecha, hay dos formas de definir el significado.
  - P. e. una relación ternaria  $R$  entre  $A$ ,  $B$  y  $C$  con flechas hacia  $B$  y  $C$  puede significar que
    1. cada entidad  $A$  está asociada con una única entidad de  $B$  y  $C$ , o que
    2. cada par de entidades de  $(A, B)$  está asociado con una única entidad  $C$ , y cada par  $(A, C)$  está asociado con un único  $B$
  - Cada alternativa se ha utilizado en formalismos diferentes
  - Para impedir que se produzcan confusiones, se declara ilegal la utilización de más de una flecha

