



Universidad de Granada

[decsai.ugr.es](http://decsai.ugr.es)

# Fundamentos de Bases de Datos

Grado en Ingeniería Informática

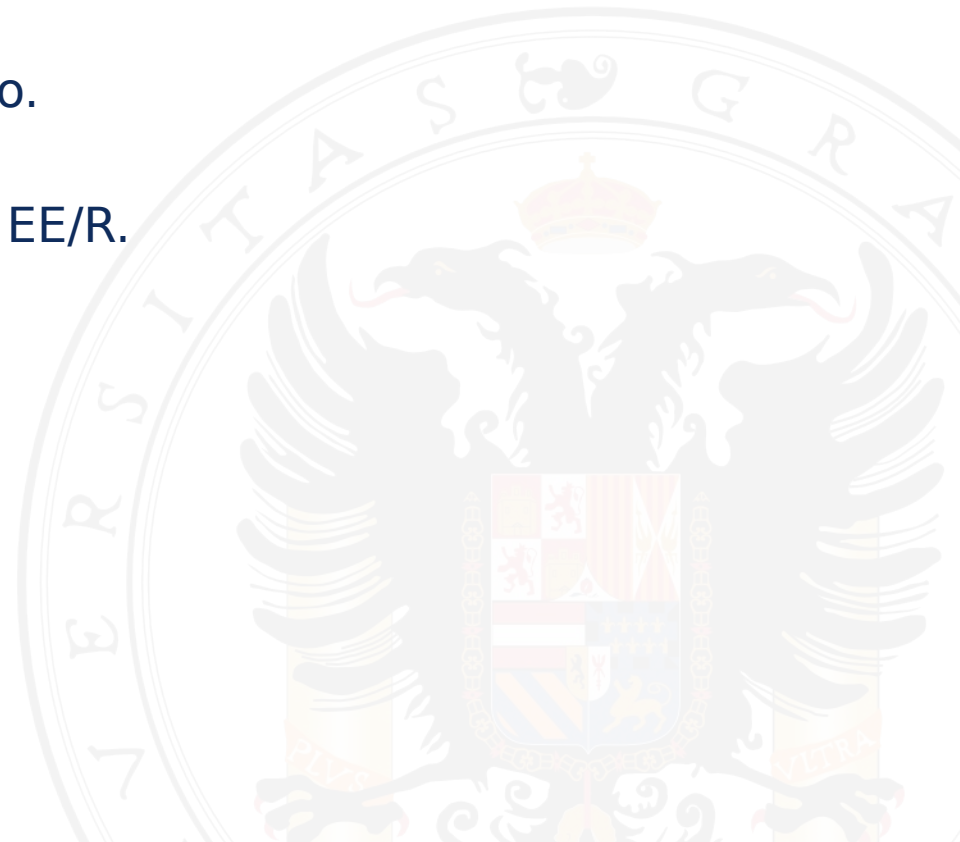
Seminario: Modelado Conceptual. Diagramas E/R



**DECSAI**

**Departamento de Ciencias de la  
Computación e Inteligencia Artificial**

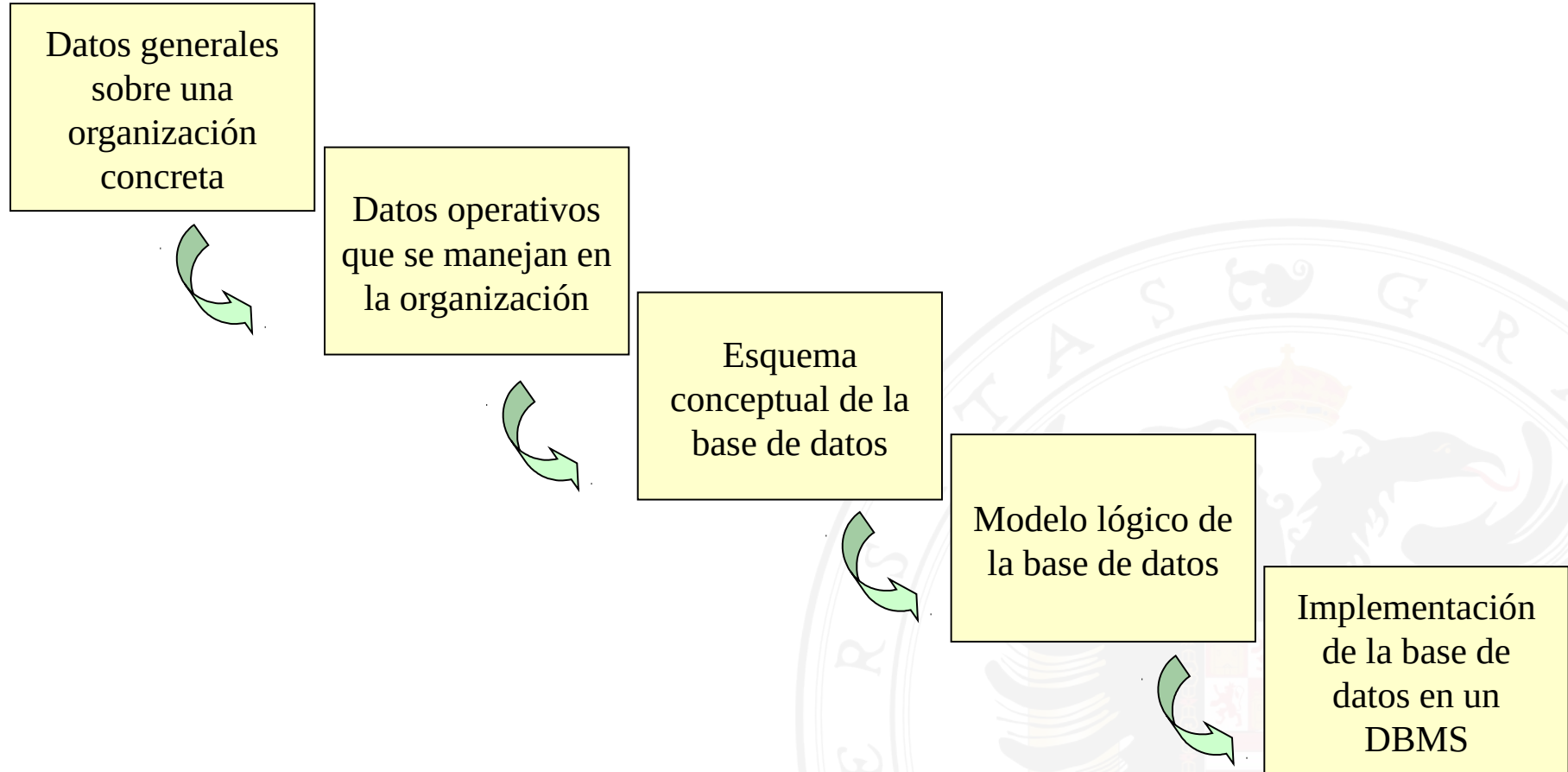
1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.



1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.



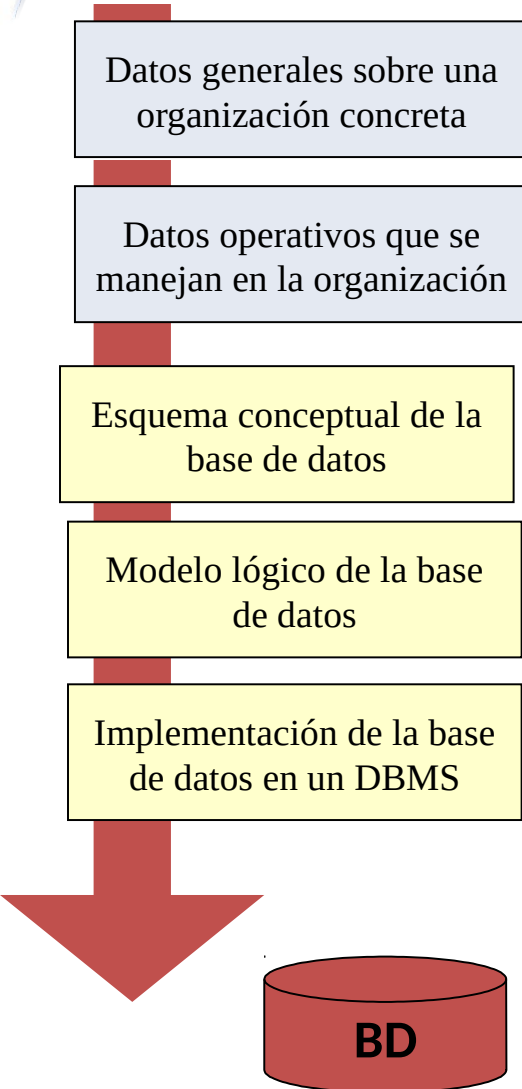
## Etapas de creación de BBDD:



**Estudio de la organización y de los datos operativos:** Elicitación del conocimiento.  
Entrevistas con responsables de la empresa y expertos en la materia

**Ejemplo:**

- Si una empresa farmacéutica te contratase para desarrollar todos sus sistemas de información, ¿qué es lo primero que harías para saber qué información se debe gestionar por los sistemas que debes construir?



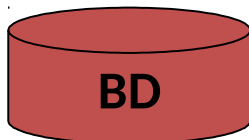
Datos generales sobre una organización concreta

Datos operativos que se manejan en la organización

Esquema conceptual de la base de datos

Modelo lógico de la base de datos

Implementación de la base de datos en un DBMS



**Modelado conceptual:** organizar los datos relevantes para el funcionamiento de una empresa.

- Poder destacar el papel de cada dato.
- Conocer la importancia que tiene.

**Clasificamos nuestros datos utilizando alguna herramienta que nos permita especificar:**

- Entidades (ítems básicos).
- Atributos (propiedades de las entidades).
- Conexiones (relaciones entre entidades).
- Obtenemos: **Esquema conceptual del sistema.**

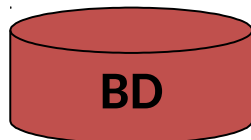
Datos generales sobre una organización concreta

Datos operativos que se manejan en la organización

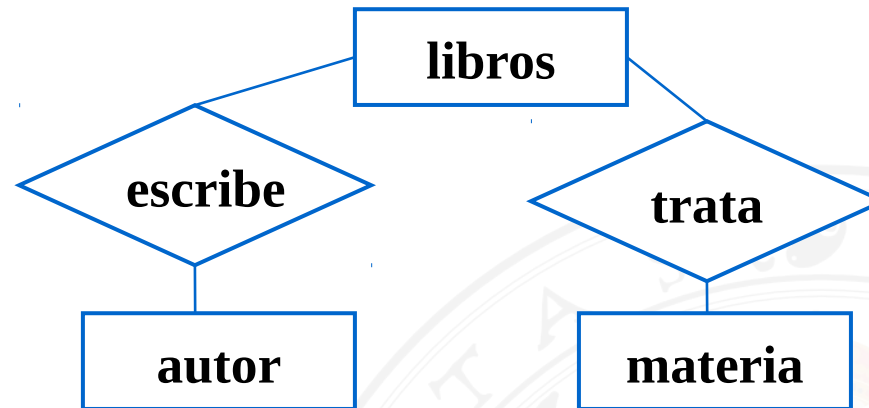
Esquema conceptual de la base de datos

Modelo lógico de la base de datos

Implementación de la base de datos en un DBMS



Ejemplo:



- **Entidades:** autor, libros, materia
- **Atributos:** nombre, título, año, categoría, descripción de la materia, etc.
- **Relaciones:** escribe, trata

1. Etapas de la creación de una BD.
2. **El modelo E-R.**
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.





**Definición 4.1 (Modelo E-R).** *El modelo E-R es un mecanismo formal para representar y manipular información de manera general y sistemática.*

## Claves para hacer uso del modelo E/R:

- Datos:
  - **Recurso** de la empresa de gran **importancia**.
  - Hay que **analizarlos** con detenimiento.
  - Control de datos – ventaja para el negocio.
- Convenciones:
  - Aplicar una **notación** rigurosa y **normalizada**.
  - Seguir una línea de **actuación sistemática**.
- **Redundancia mínima**:
  - Cualquier dato o concepto debe ser modelado de **una única manera**.

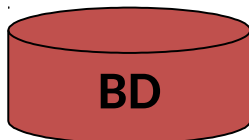
Datos generales sobre una organización concreta

Datos operativos que se manejan en la organización

Esquema conceptual de la base de datos

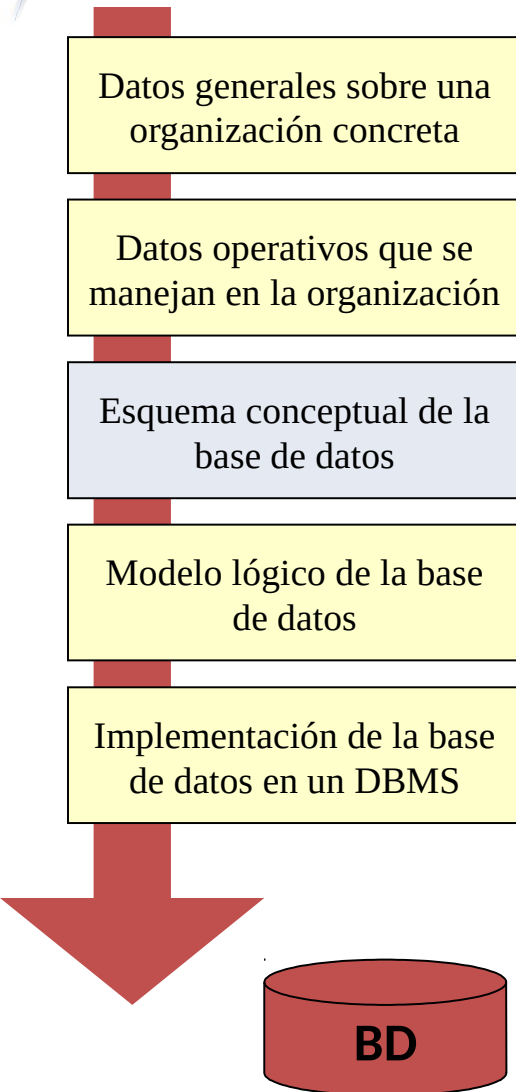
Modelo lógico de la base de datos

Implementación de la base de datos en un DBMS



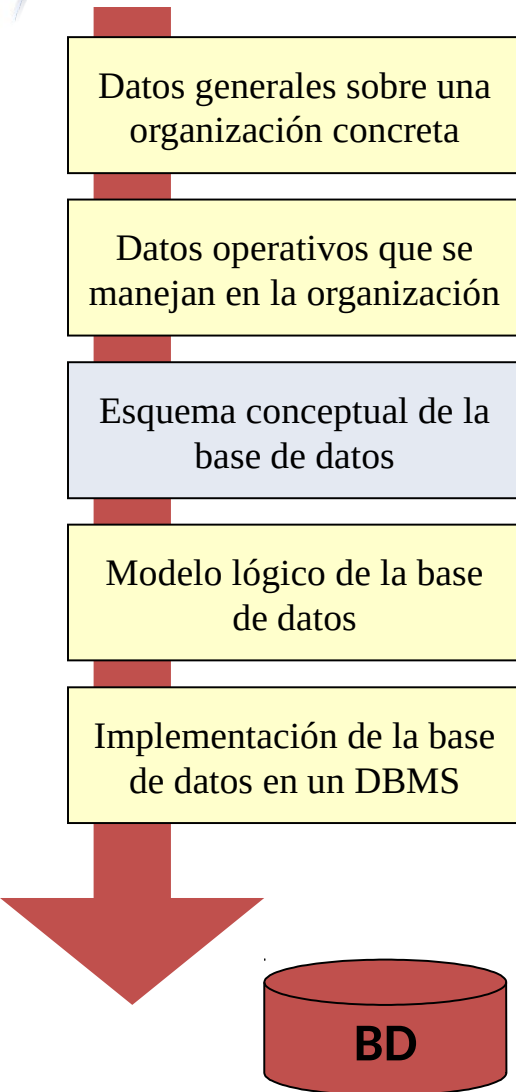
## El modelado E/R:

- Técnica de modelado de datos más **extendida** para el diseño conceptual:
  - Posee una gran **capacidad expresiva**.
  - Es **riguroso**.
  - **Simple** y **fácil** de emplear.
- Sirve para especificar las necesidades de información de una organización.
  - Diseño **apropiado**.
  - Diseño de **calidad**.
  - Diseño fácil de **transmitir**.



## El modelo E/R construido debe:

- Reflejar **fielmente** las necesidades de información de una organización:
  - Será usado como **base** para el **desarrollo** de un **sistema**.
- Ofrecer un **diseño independiente** del posterior **almacenamiento** de los datos y sus métodos de **acceso**.
  - Así se permite tomar **decisiones** objetivas acerca de la **implementación** más **idónea**.



## Características del modelado:

- **Independencia** de etapas posteriores  
 En general, se **ignora**:
  - El **modelo** de datos para el esquema **lógico**.
  - El **SGBD** que se utilizará.
  - El futuro **modo** de **almacenar** y **acceder** a los **datos**.
- Se adquiere rapidez y **agilidad** en el **modelado**
- Relevancia de la información para el diseñador:  
 Importante **distinguir** qué **información** es **relevante** para el funcionamiento de la empresa **y cuál no**.
  - **Demasiados** datos:  
**Ruido**. Entorpece pasos posteriores.
  - **Menos** datos:  
 El sistema **no** será **útil** para resolver **alguna funcionalidad**.
- Necesidad de cuidar la especificación de **restricciones**  
**Se parte de ellas** para elaborar el diseño

1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.



## Elementos de un modelo E/R:

El enfoque E-R se basa en la clasificación de los datos en:

- **Entidades**: **Objetos** de nuestro interés **agrupados por tipo**.  
**Profesores, Aulas, Alumnos.**
- **Atributos**: **Características** de interés de las **entidades** consideradas. **DNI, Talla, Tamaño, Ciudad.**
- **Relaciones**: Representan las **conexiones** existentes **entre objetos**.  
Profesor **Imparte** Asignatura, Ciudad **Pertenece** País, Compra **Contiene** Artículo.

Problema habitual: ¿qué debe ser entidad y qué debe ser atributo?

## Definición de entidad:

**Definición 4.2 (Entidades).** *Una entidad se define como un objeto que existe y que es distinguible de los demás. Por ejemplo, un empleado, un libro, un departamento...*

## Conjuntos de entidades:

**Entidades** que tienen las **mismas cualidades o atributos**.

Ejemplos:

Empleados.

Libros.

Departamentos.

**Algunos** autores los denominan **tipos**.



### Entidades fuertes y entidades débiles:

**Definición 4.4 (Dependencia existencial).** Sean A y B dos conjuntos de entidades. Decimos que **B depende existencialmente de A** si cumple:

1.  $\exists T \in A \times B / \forall b \in B \implies \exists a \in A / (a, b) \in T, y$
2. *Es imposible identificar a b sin identificar previamente a a.*

- **Explicación:** La **existencia** de cada entidad **b** del conjunto de entidades **B** está **condicionada** por la **existencia** de una entidad **a** en el conjunto de entidades **A** de la que depende. Pueden haber **más de una entidad débil que dependa de la misma entidad fuerte**. En este caso, siempre debe haber un **atributo discriminador** que permita **diferenciar cada una de estas entidades débiles**.



### Entidades fuertes y entidades débiles:

**Definición 4.4 (Dependencia existencial).** Sean A y B dos conjuntos de entidades. Decimos que **B depende existencialmente de A** si cumple:

1.  $\exists T \in A \times B / \forall b \in B \implies \exists a \in A / (a, b) \in T, y$
2. *Es imposible identificar a b sin identificar previamente a a.*

- Las entidades débiles son aquellas que sólo pueden existir si existe otra entidad de la que dependen. Ejemplos:

Entidad fuerte	Entidad débil
Cuenta corriente	Movimientos
Factura	Líneas de detalle
Historia clínica	Ingresos
Avión	Asientos

### Definición de atributo:

**Definición 4.3 (Atributos).** *Son las propiedades que caracterizan un conjunto de entidades.*

Ejemplos: Posibles atributos del conjunto de entidades **empleados**:  
DNI, Nombre, Sueldo, ...

### Conceptos relevantes a tener en cuenta:

- **Dominio**

Conjunto de valores permitidos para un determinado atributo.

- **Claves Candidatas, Clave primaria**

Atributo o conjunto de atributos cuyos valores sirven para identificar unívocamente a cada una de las entidades de un conjunto.

Ejemplos:

Empleados: DNI (no existen dos empleados con el mismo DNI)

Libros: ISBN (no existen dos libros con el mismo ISBN)

Usuarios: Nick o e-mail (no existen dos usuarios con el mismo nick o con el mismo e-mail)

### Definición de relación:

**Definición 4.5 (Asociaciones o relaciones).** *Una relación es una conexión semántica entre dos o más conjuntos de entidades.*

- **Cardinalidad:** Número máximo de entidades de un conjunto que se conecta o relaciona con una entidad de otro y viceversa.

En el caso de las relaciones binarias (que involucran a dos entidades):

- Muchos a muchos (n:m)  
Libros **Escritos por** Autores
- Uno a muchos (1:m)  
Departamento **Contiene Trabajadores** Empleados
- Uno a uno (1:1)  
Persona **Tiene Partida de Nacimiento** Partida Nacimiento

### Relaciones:

Las **relaciones** también **pueden tener atributos** que nos permitan **caracterizarlas y discriminarlas**:

Cliente **Compra** Producto: atributo **cantidad** (del producto comprado)

Alumno **Matricula** en Asignatura: atributo **fecha** (de matriculación).

Existe un tipo especial de relaciones que se denominan **involutivas** porque **conectan** un conjunto de **entidades consigo mismo**.

Formalmente, una **relación**  $T \subseteq A \times B$  es **involutiva** si  $B = A$ .

Deben **asignarse** una etiqueta ("**rol**") a cada participación de la entidad A en T.

### Relaciones involutivas. Ejemplos:

- Persona **Es Hijo De** Persona  $\rightarrow T \subseteq A \times A$ . **Roles:** *Hijo Es Hijo De Padre*
- Usuario **Conoce** Usuario (ejemplo de redes sociales – Facebook-).
- Película **Secuela De** Película
- Asignatura **Es Continuación De** Asignatura

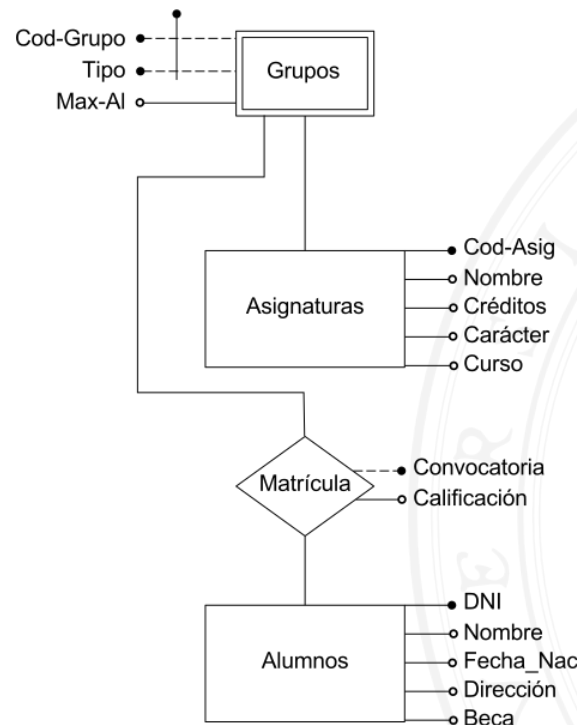


1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. **Diagrama E/R.**
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.

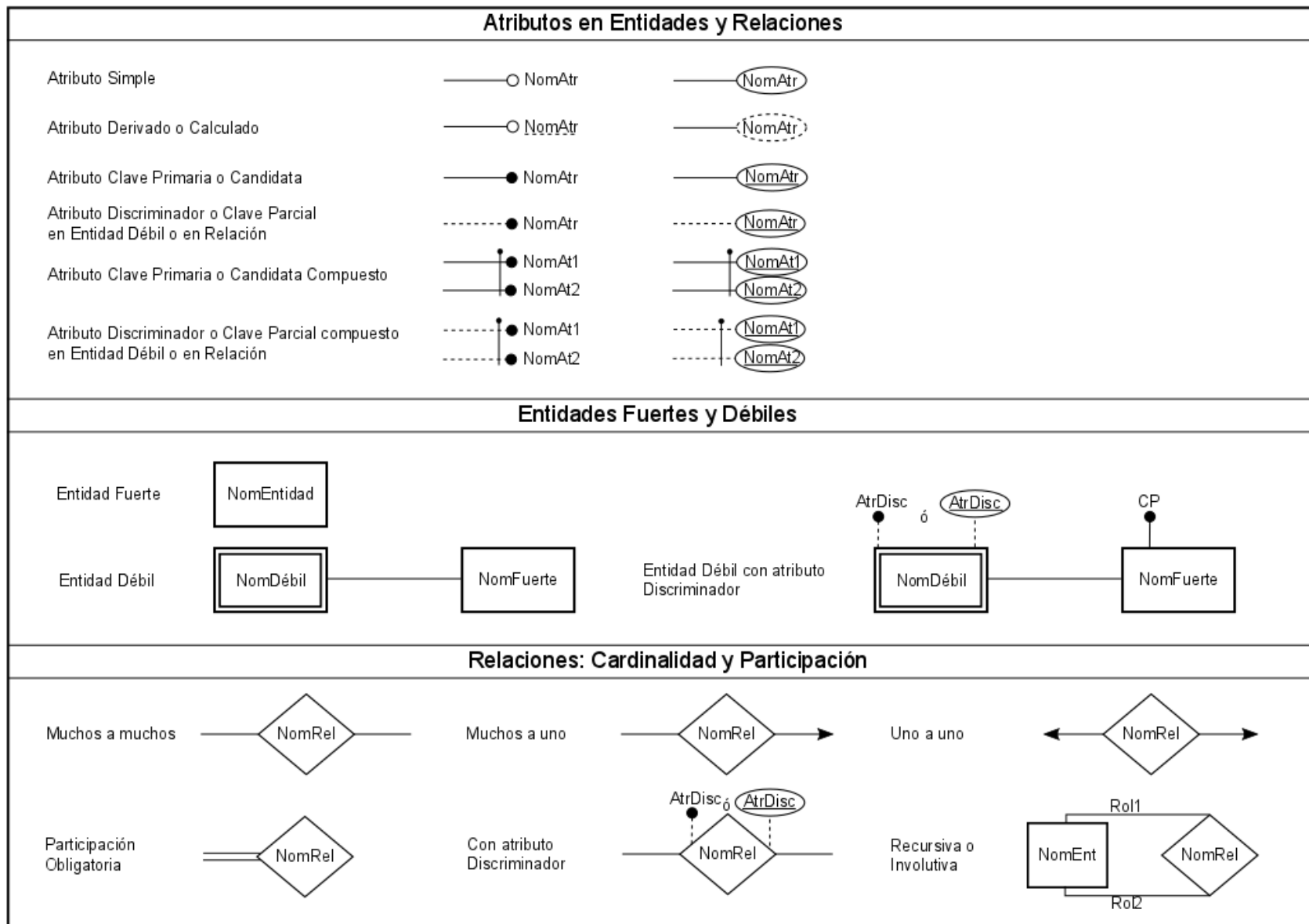


El modelo E-R se basa en la realización de **diagramas**:

- Permiten plasmar la información de una **organización** de **forma ordenada**.
- Son un medio sencillo y de **fácil comprensión** para especificar el **diseño conceptual**.
- Son **independientes del modelo implementable** que posteriormente se elija.



### Notación:



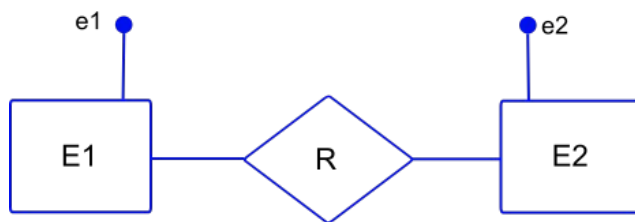


## Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones

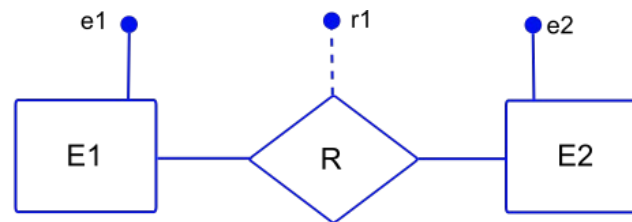
Muchos a muchos:

Sin discr. en R

Con discr. en R



Clave Relación R: {e1,e2}



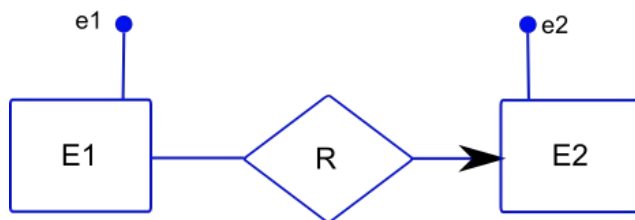
Clave Relación R: {e1,e2,r1}

Muchos a uno:

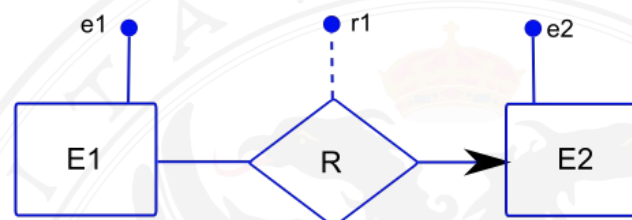
(Para uno a muchos,  
La solución sería simétrica)

Sin discr. en R

Con discr. en R



Clave Relación R: {e1}

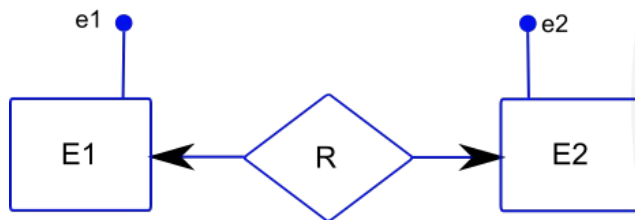


Clave Relación R: {e1,r1}

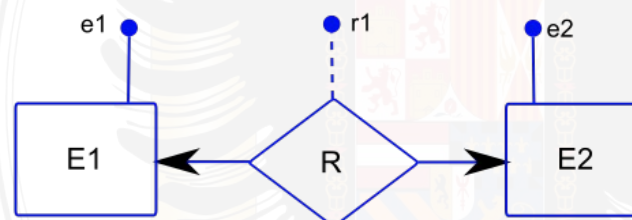
Uno a uno:

Sin discr. en R

Con discr. en R



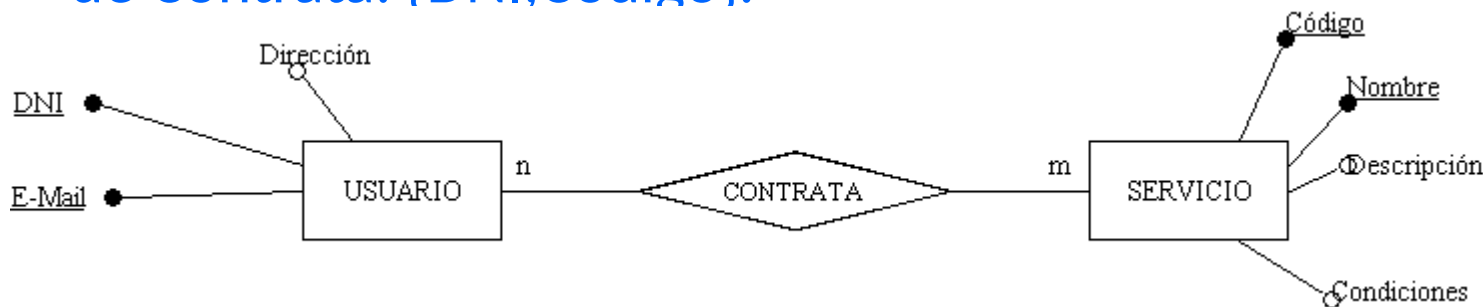
Claves Relación R: {e1} y {e2}



Claves Relación R: {e1,r1} y {e2,r1}

Trans. 38

Ejemplo de relación **muchos a muchos sin atributo discriminador**:  
(un usuario puede contratar uno o más servicios, y un servicio puede ser contratado por cero o más usuarios): **Clave candidata de Contrata: {DNI,Código}**.



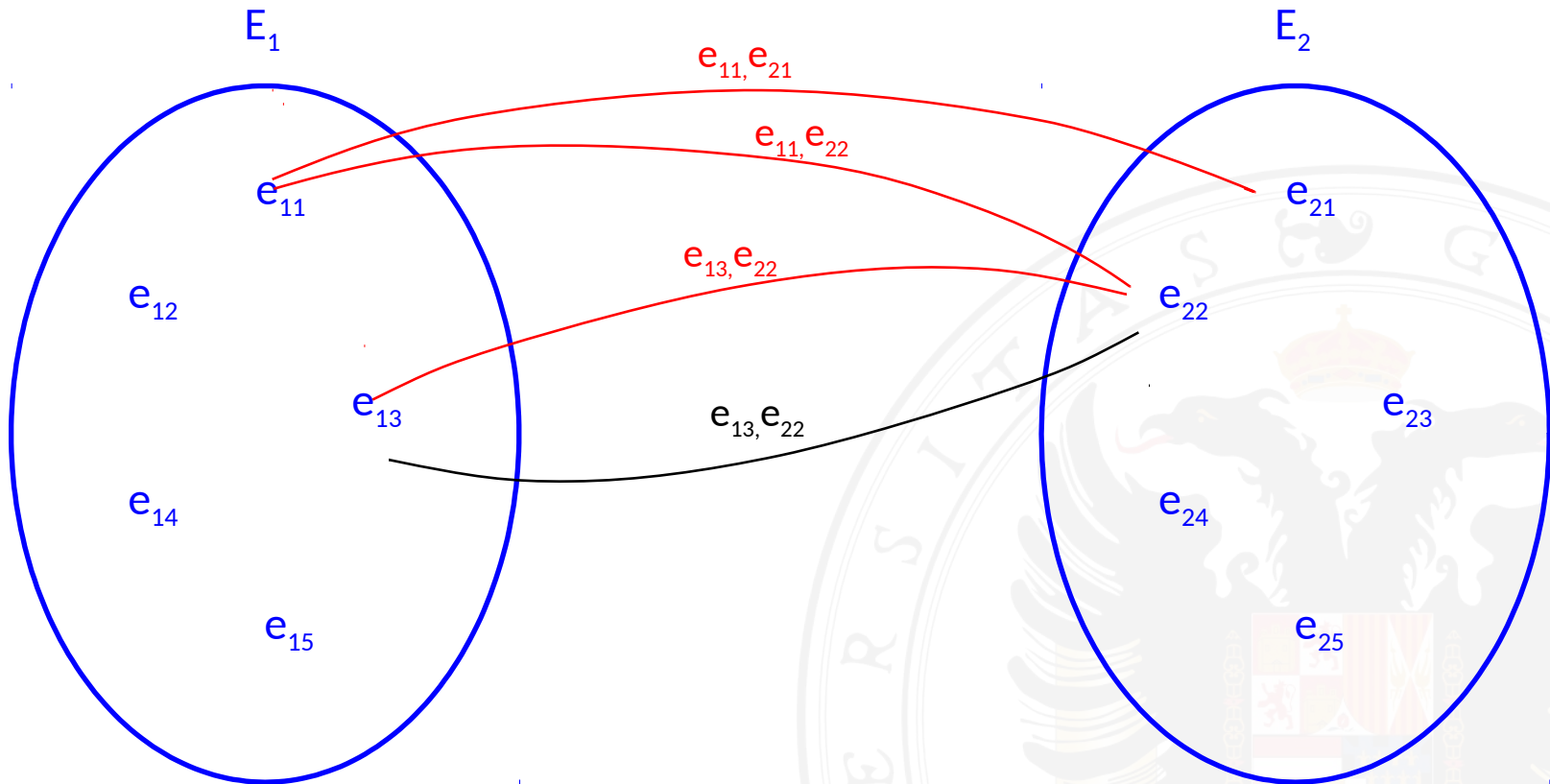
DNI	E-Mail	Dirección
12345678-A	uno@ugr.es	C/. Uno
23456789-B	dos@ugr.es	C/. Dos
34567890-C	tres@ugr.es	C/. Tres
45678901-D	cuatro@ugr.es	C/. Dos
56789012-E	cinco@ugr.es	C/. Dos

Código	Nombre	Descripción	Condiciones
1	Internet Fibra	Rollo...	Ninguna
2	Contrato Mvl.	Otro Rollo...	Permanencia
3	Internet ADSL	Doc. Interesante	3MB
4	Tlf. Fijo	Doc. Interesante	Llamadas IP

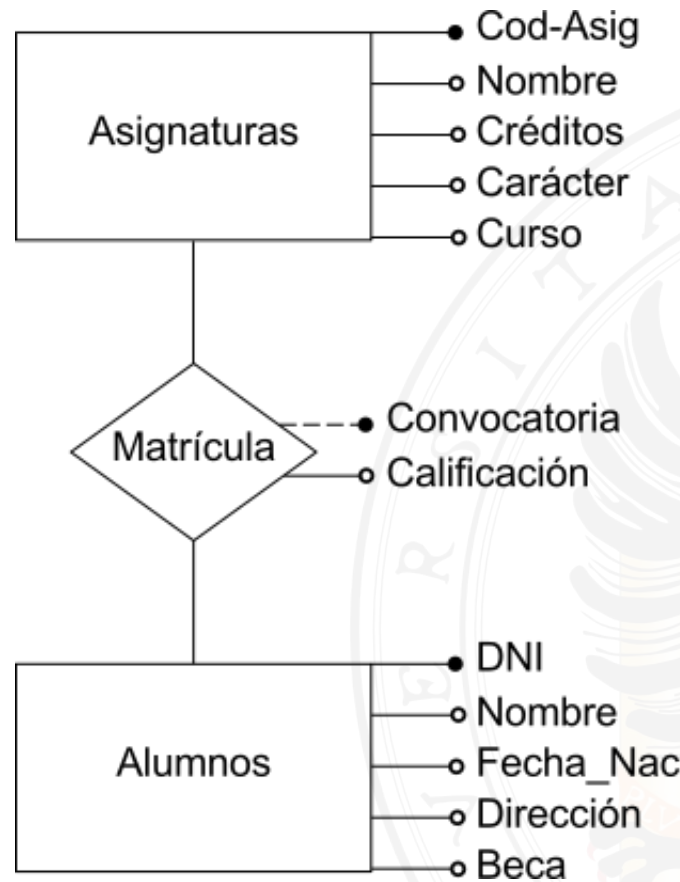
DNI	Código
12345678-A	1
12345678-A	2
34567890-C	2
56789012-E	4



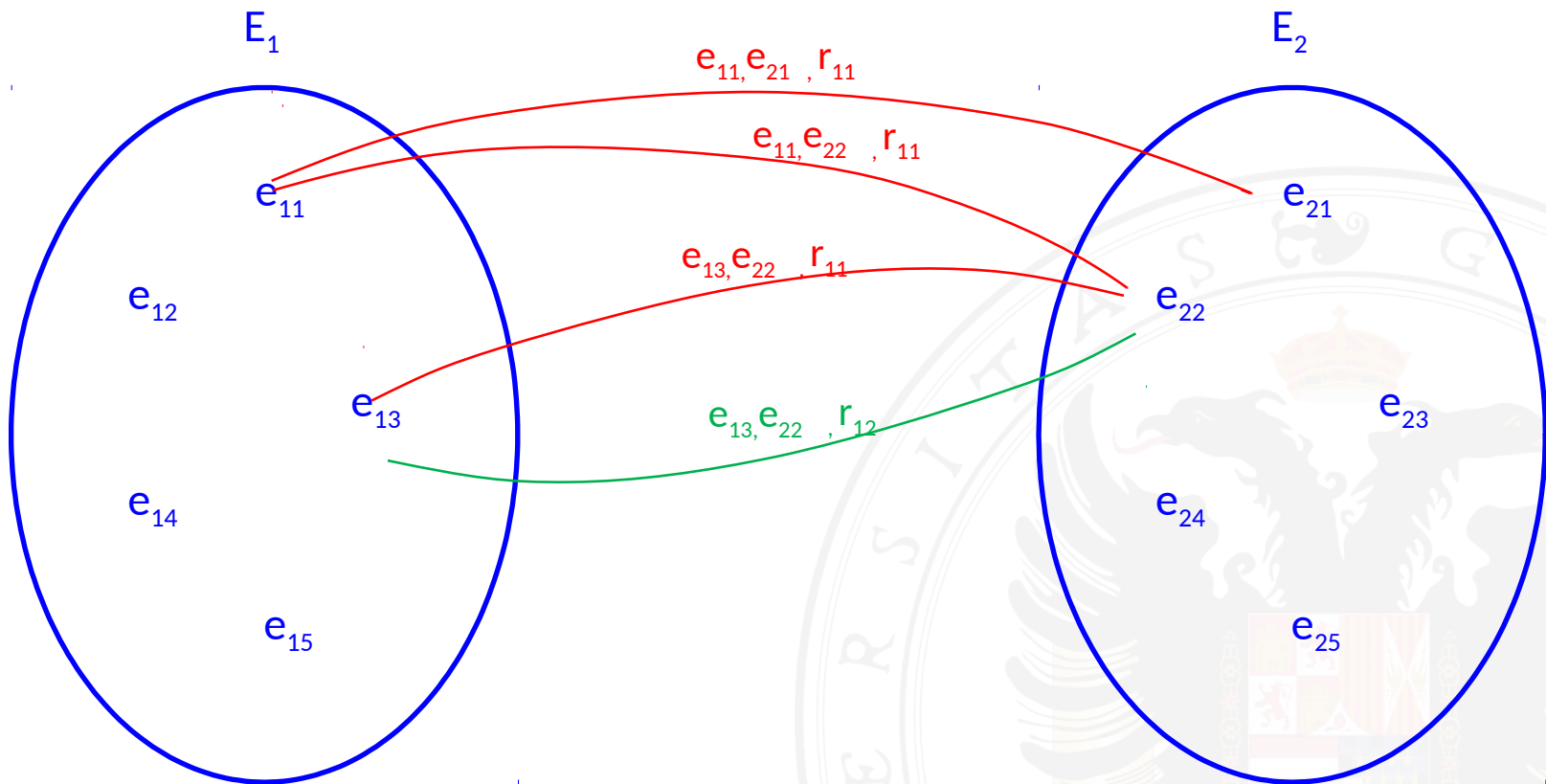
Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones



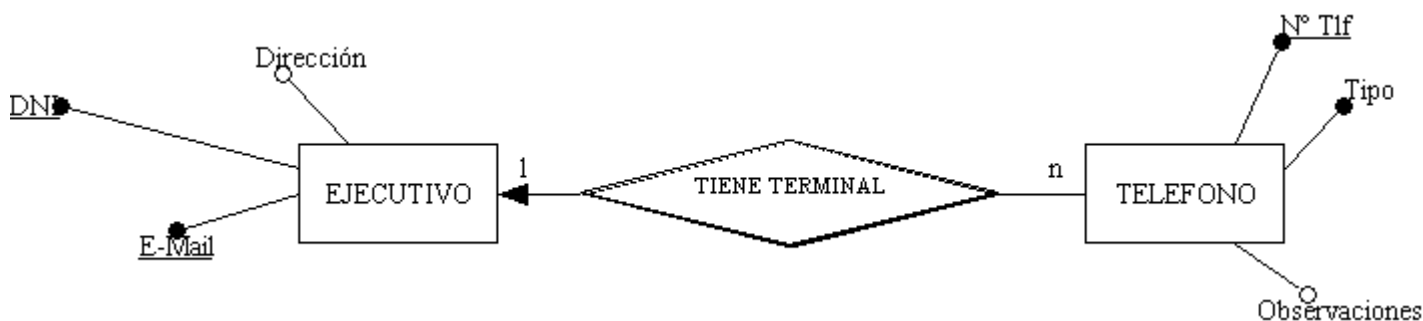
Ejemplo de relación **muchos a muchos con atributo discriminador en la relación**: (pueden haber **varias matrículas** de un **mismo alumno** en una misma **asignatura**, siempre que sean en **convocatorias diferentes**). Clave candidata de Matrícula: {Cod-Asig, DNI, Convocatoria}



Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones



Ejemplo de relación **uno a muchos sin atributo discriminador**:  
 (Un ejecutivo de la empresa puede tener uno o más terminales de tlf. Móvil, pero **un tlf. Móvil sólo puede pertenecer a un único ejecutivo**). **Clave candidata de Tiene Terminal: {Nº Tlf}**



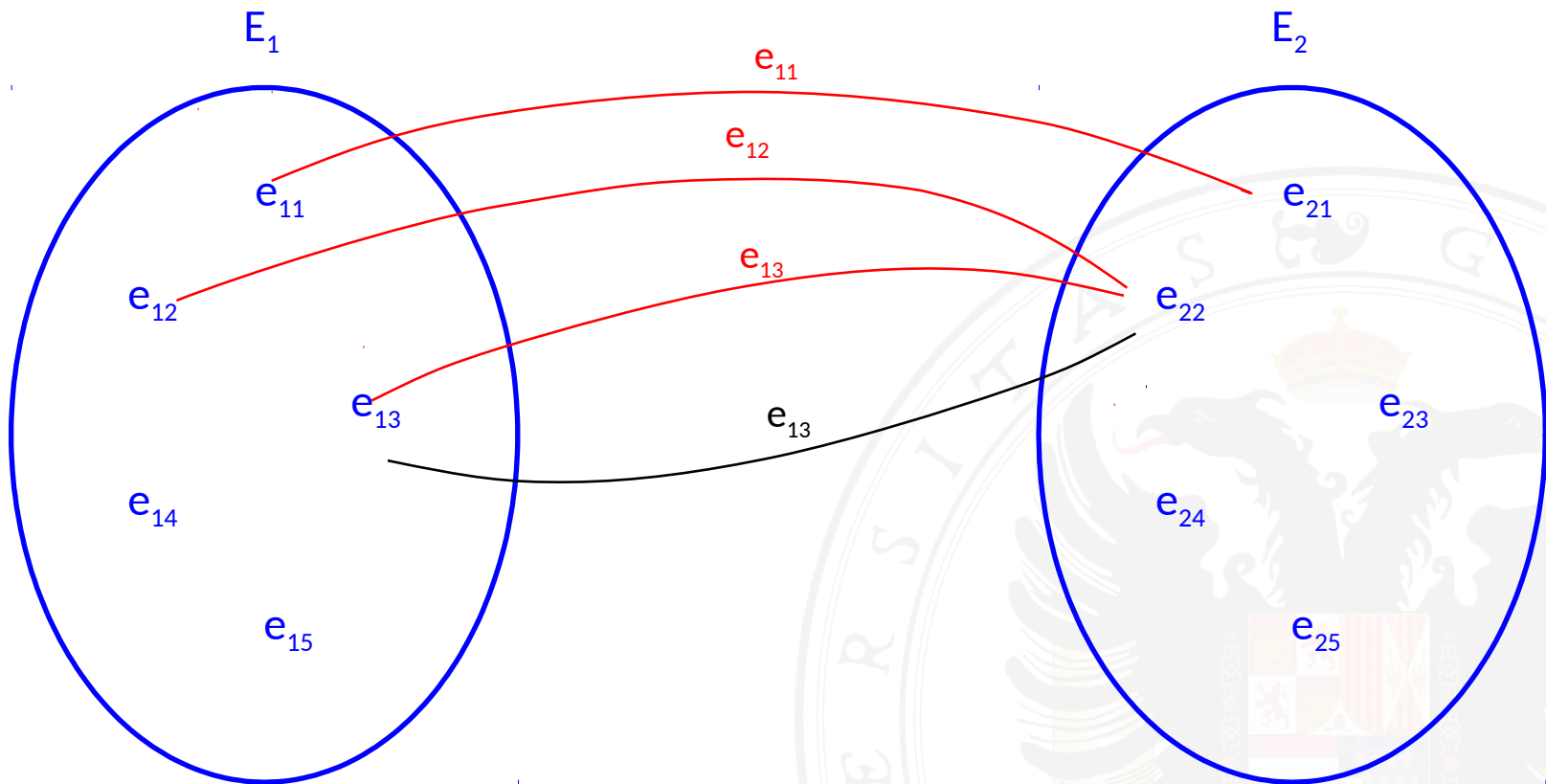
DNI	E-Mail	Dirección
12345678-A	uno@ugr.es	C/. Uno
23456789-B	dos@ugr.es	C/. Dos
34567890-C	tres@ugr.es	C/. Tres
45678901-D	cuatro@ugr.es	C/. Dos
56789012-E	cinco@ugr.es	C/. Dos

DNI	NºTlf
12345678-A	123456789
12345678-A	234567890
34567890-C	987654321
56789012-E	998765432

NºTlf	Tipo	Observaciones
123456789	Samsung S7	Nuevo
234567890	iPhone 6	Seminuevo
987654321	Nokia 66	Usado
998765432	Alcatel 1234	Objeto histórico



Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones

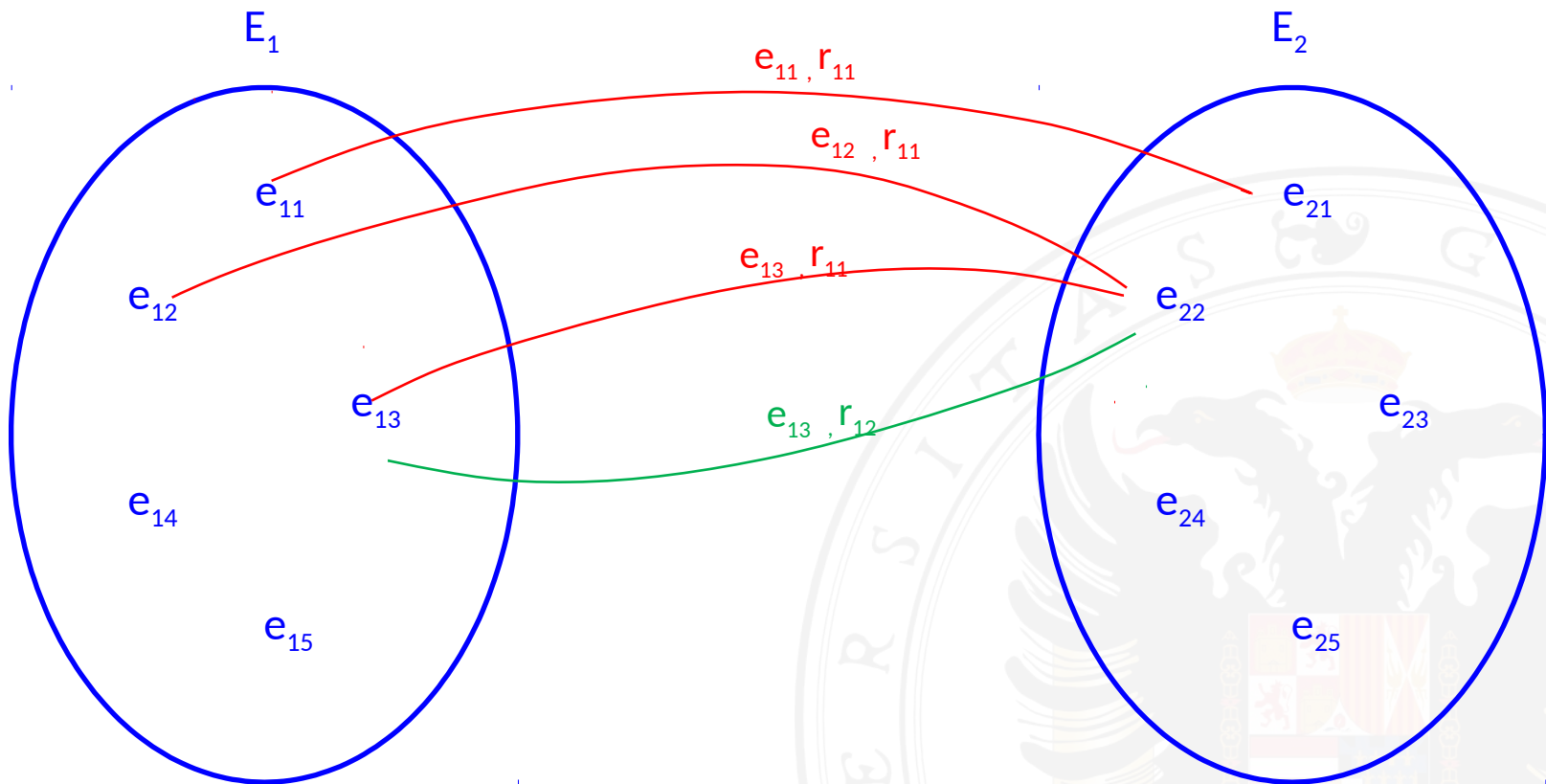


Ejemplo de relación **uno a muchos con atributo discriminador en la relación**:  
 (Un **piloto** puede participar en **varias carreras** pero, para **cada carrera** sólo puede haber **un único piloto en cada posición** ). Clave candidata de Participa: {Circuito, Posicion}

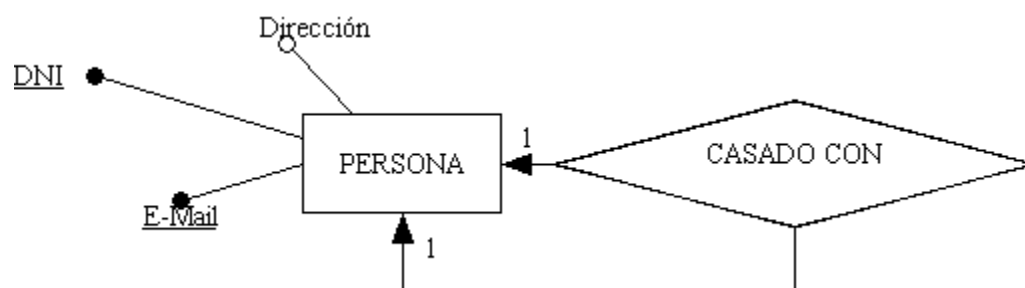




Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones



Ejemplo de relación **uno a uno sin atributo discriminador**: (Un cónyuge (C1) sólo puede estar casado con otro cónyuge (C2) y viceversa). **Claves candidatas de Casado Con: {C1} y {C2}**



### Claves candidatas:

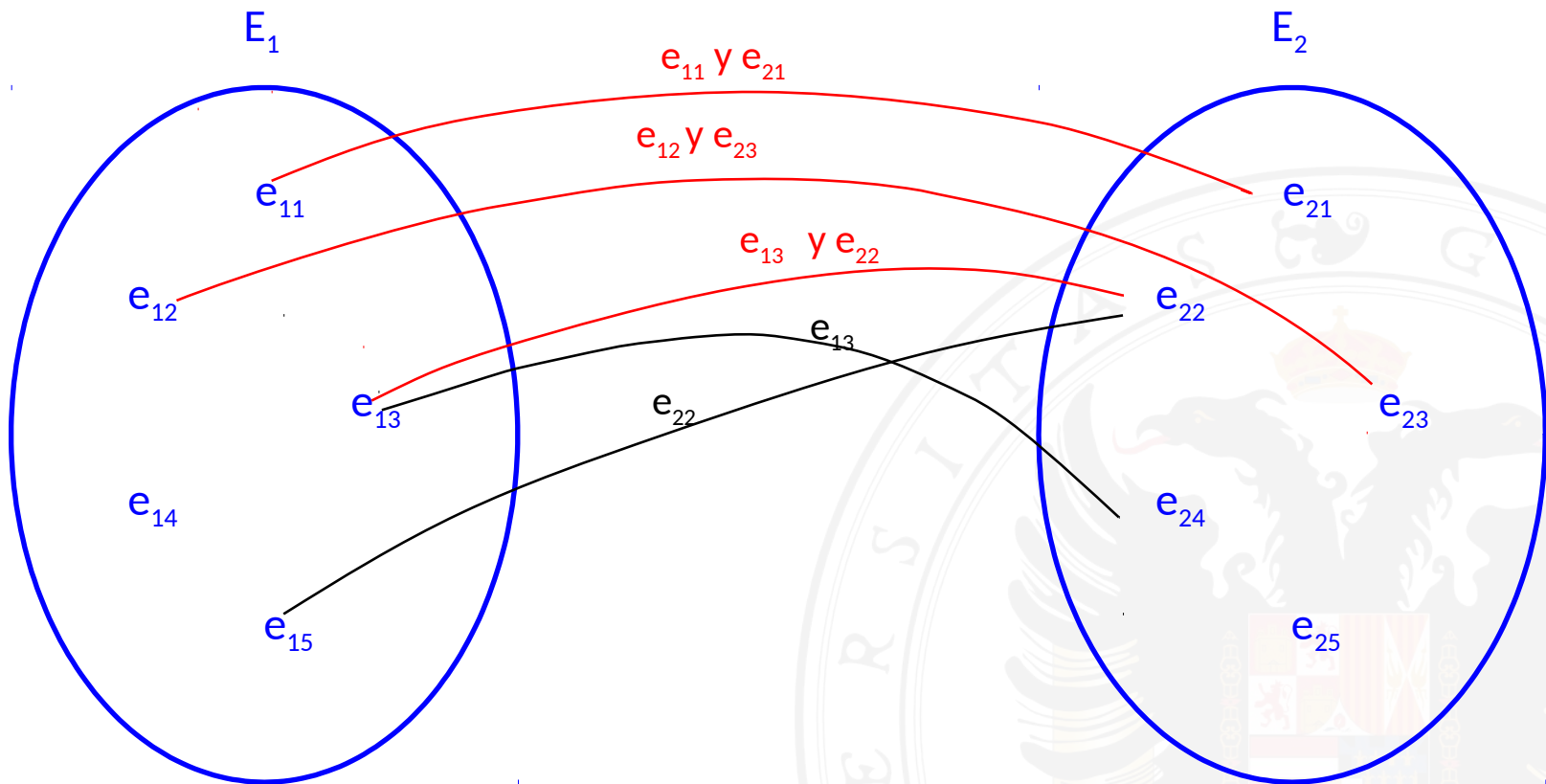
**Persona:** DNI o E-Mail (asumiendo que dos personas no pueden tener el mismo DNI o el mismo e-mail).

DNI	E-Mail	Dirección
12345678-A	uno@ugr.es	C/. Uno
23456789-B	dos@ugr.es	C/. Dos
34567890-C	tres@ugr.es	C/. Tres
87654321-D	cuatro@ugr.es	C/. Dos
98765432-E	cinco@ugr.es	C/. Dos

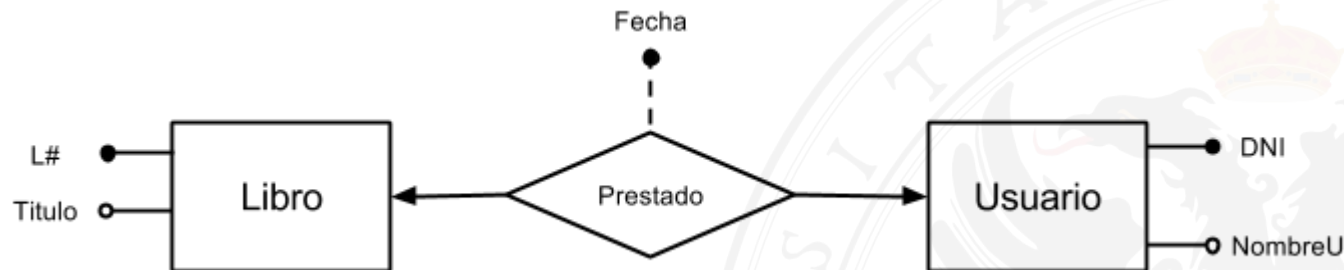
DNI (C1)	DNI (C2)
12345678-A	23456789-B
34567890-C	87654321-D



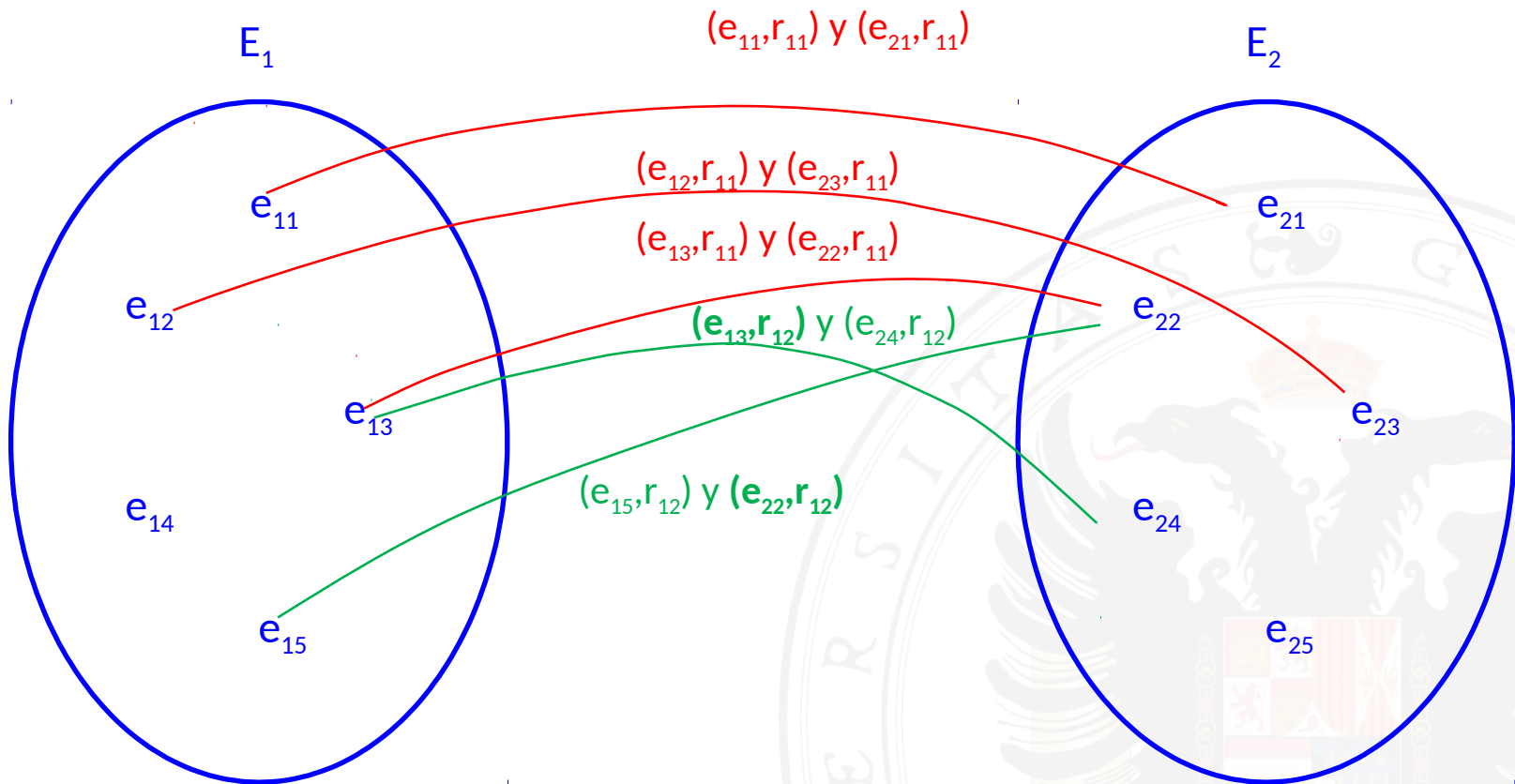
Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones



Ejemplo de relación **uno a uno** con atributo **discriminador**: (Un libro **sólo** puede estar prestado **a un usuario** en una **fecha** determinada, un usuario **sólo** puede tener prestado **un libro** en una **fecha** determinada) . **Claves candidatas de Prestado**: {L#, Fecha} y {DNI, Fecha}



Claves de las relaciones en función de la cardinalidad y de los atributos discriminadores en las relaciones



### Otro ejemplo más elaborado: Gestión docente universitaria

#### Restricciones mínimas

- Se considera que un **profesor** pertenece a un **sólo departamento** y que debe **pertenecer a alguno**.
- Se considera que un **profesor** puede **impartir varios grupos** de la misma o de diferentes **asignaturas** y que **cada grupo** de una asignatura puede ser **impartido** por **un sólo un profesor**.
- Existen **dos tipos** de **grupos**, los de **teoría** y los de **prácticas**, con un **máximo** de **alumnos** por **grupo**. Cada grupo se diferencia de otro por el tipo y su código.
- A los **grupos** se les imparte **clase** en **días, horas y aulas** determinadas.
- Los **alumnos** se **matriculan** de **varias asignaturas** (al menos una) pero han de hacerlo **en un determinado grupo**. A su vez, cada **grupo** tendría **varios** alumnos **matriculados**.
- Todo **departamento** debe tener un **director**, que es un **profesor**.
- Los **atributos** de cada entidad son los **que cabría esperar**.

### Otro ejemplo más elaborado: Gestión docente universitaria

#### Análisis

##### ■ Entidades y atributos

Asignaturas	Alumnos	Profesores	Departamentos	Aulas
<u>Cod-Asig</u>	Nom-Al	<u>NRP</u>	<u>Cod-Dep</u>	<u>Cod-Aula</u>
Nom-Asig	<u>DNI</u>	Nom-Prof	Nom-Dep	Capacidad
Creditos	Fecha-Nac	Area-Con		
Caracter	Direccion	Categoria		
Curso	Beca			

##### ■ Entidades débiles

Grupos
<u>Cod-Grup</u>
<u>Tipo</u>
Max-Al

### Otro ejemplo más elaborado: Gestión docente universitaria

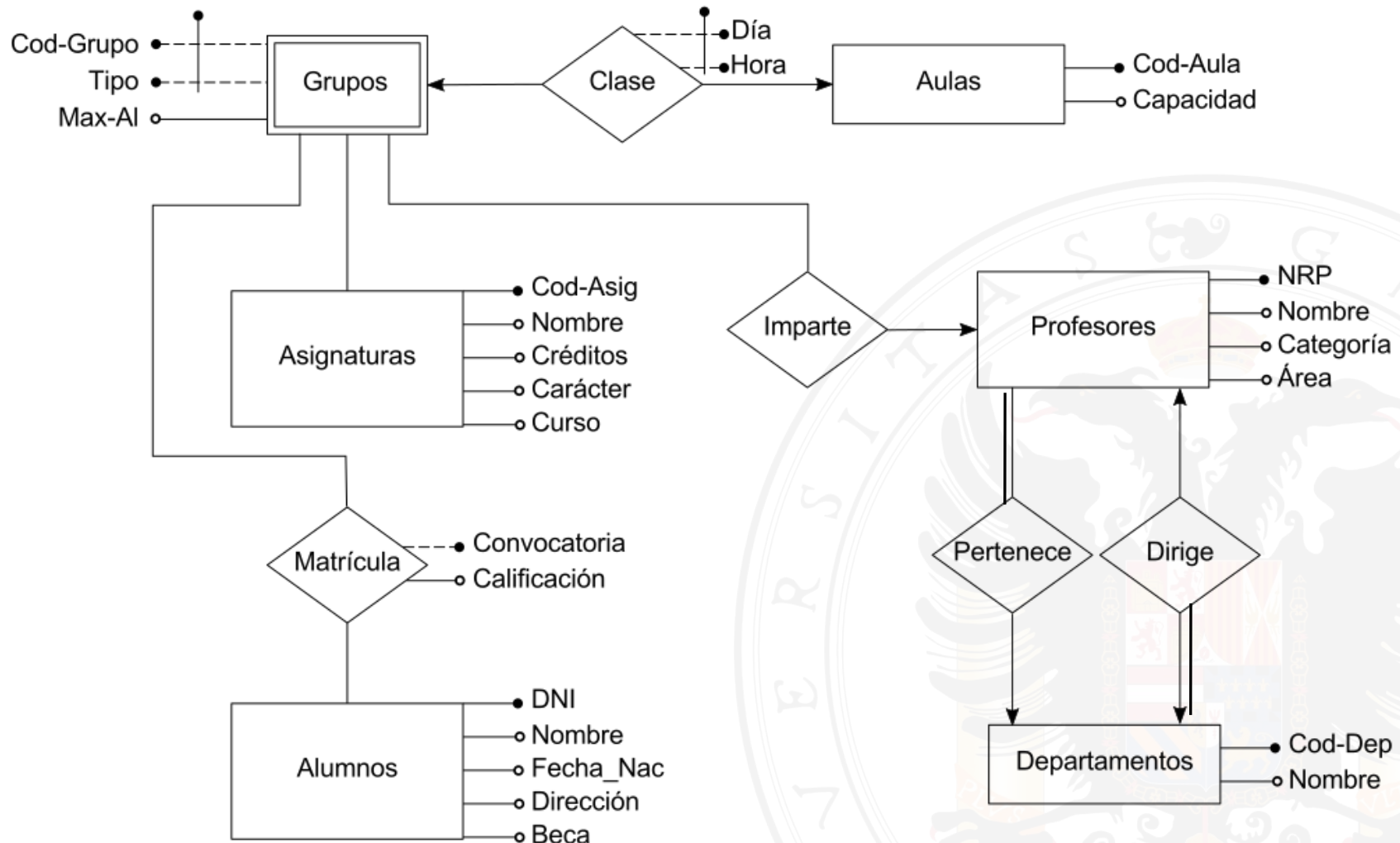
#### Análisis

##### ■ Relaciones

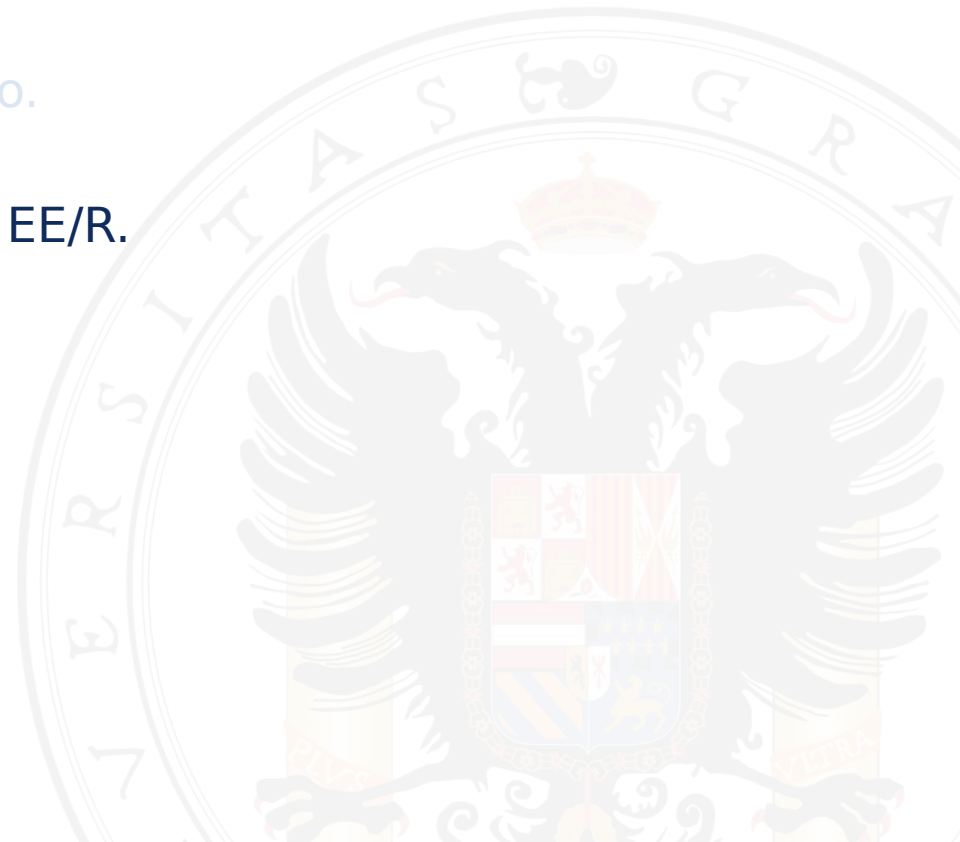
Nombre	Entidades Participantes	Cardinalidad	Atributos
Matricula	Alumnos-Grupos	n:m	Calificacion, <u>Convocatoria</u>
Imparte	Profesores-Grupos	1:n	
Clase	Grupos-Aulas	1:1	<u>Dia,Hora</u>
Pertenece	Profesores-Departamentos	n:1	
Dirige	Profesores-Departamentos	1:1	



## Diagrama E/R

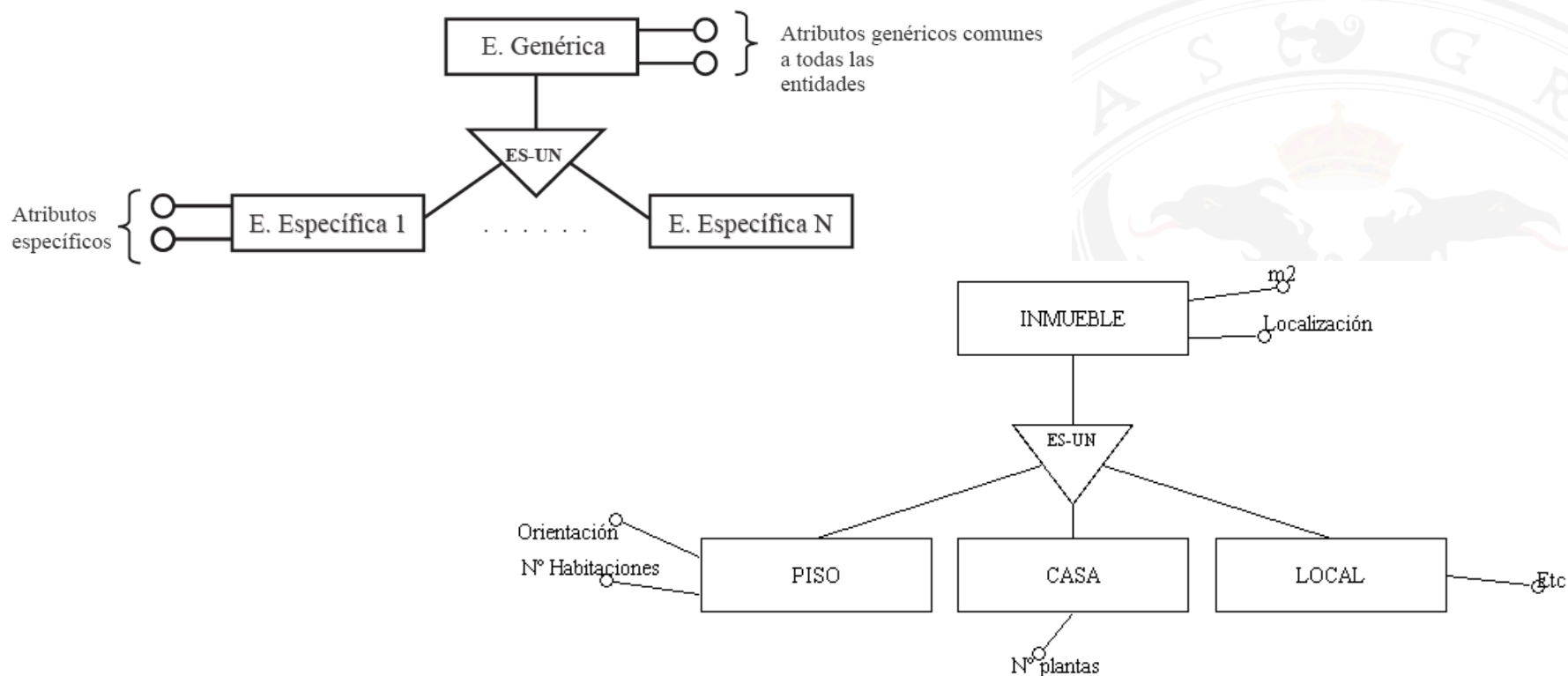


1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.

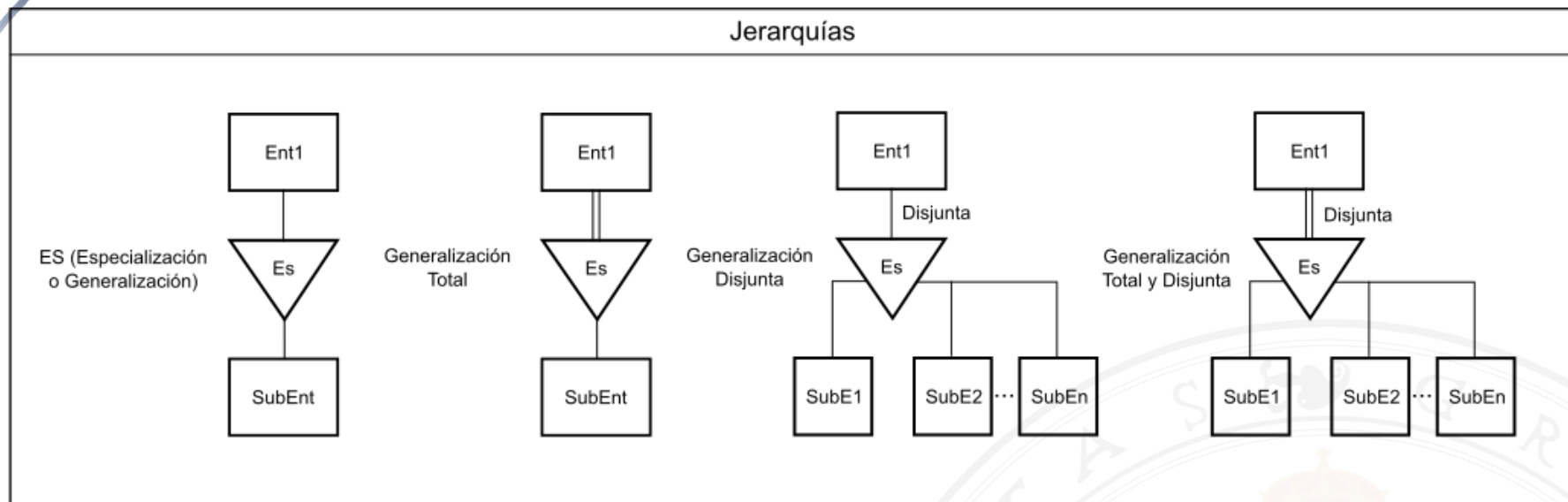


## Herencia/especialización:

**Definición 4.6 (Especialización).** Formalmente, diremos que el conjunto de entidades  $A$  es una especialización del conjunto de entidades  $B$ , si  $\forall a \in A \Rightarrow a \in B$ . Es decir, el conjunto de entidades  $A$  está incluido en el conjunto de entidades  $B$ .



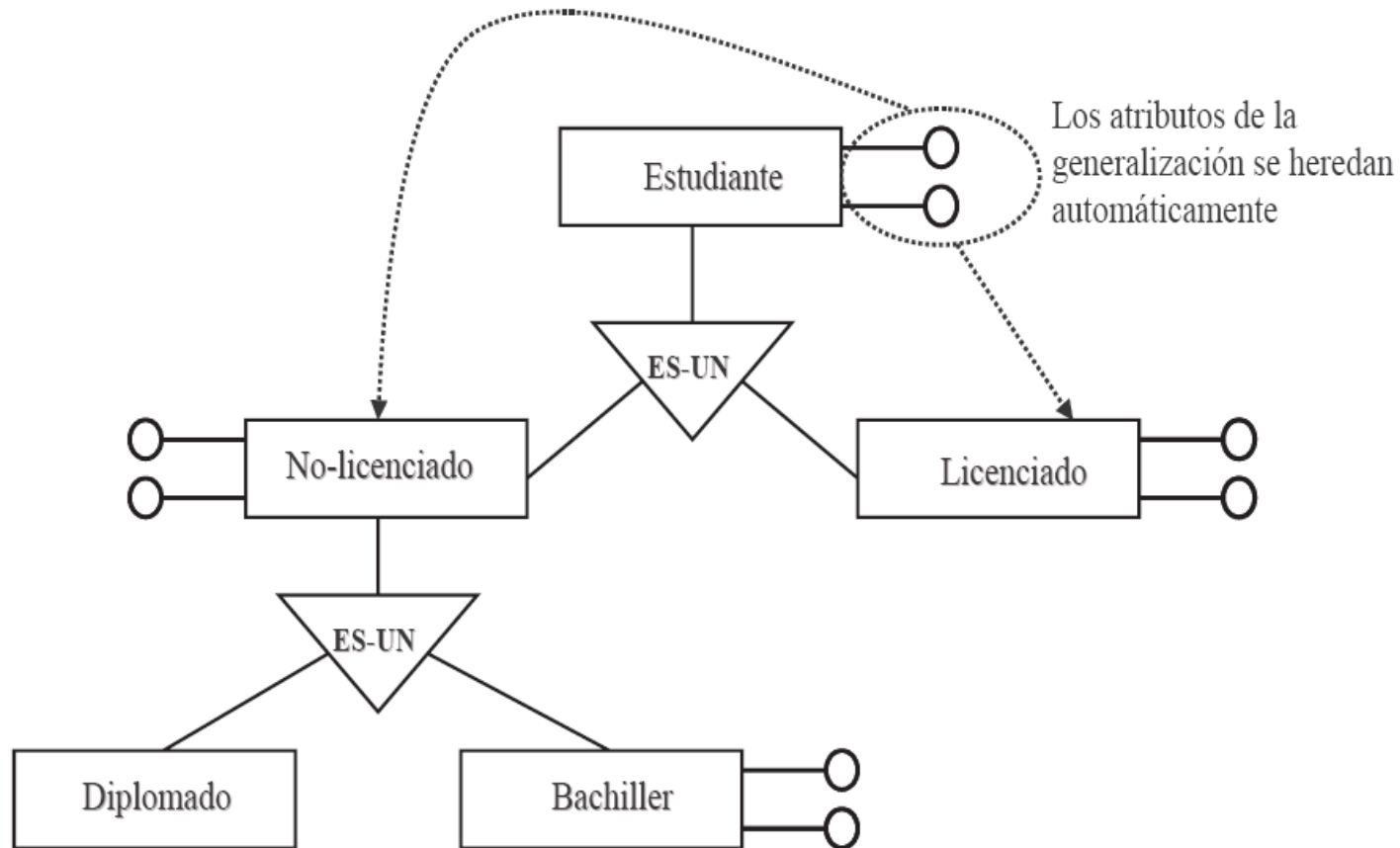
## Herencia/especialización:



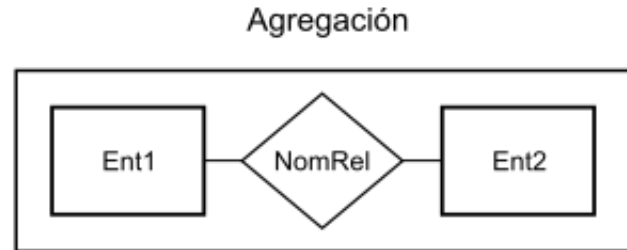
### Algunas restricciones a establecer sobre las jerarquías:

- Exclusividad (se marca con la etiqueta “Disjunta”)
  - Si la categorización es **disjunta**, una entidad no puede estar en dos subtipos a la vez. Ej.: “Un **alumno** no podría estar en **dos titulaciones a la vez**”
- Obligatoriedad (se marca con un doble arco: ||)
  - Si la categorización es **completa**, todo supertipo tiene que estar en alguno de sus subtipos. Ej.: “Un **alumno** debe estar forzosamente **incluido en alguna** de las **titulaciones**”

## Herencia/especialización (ejemplo):

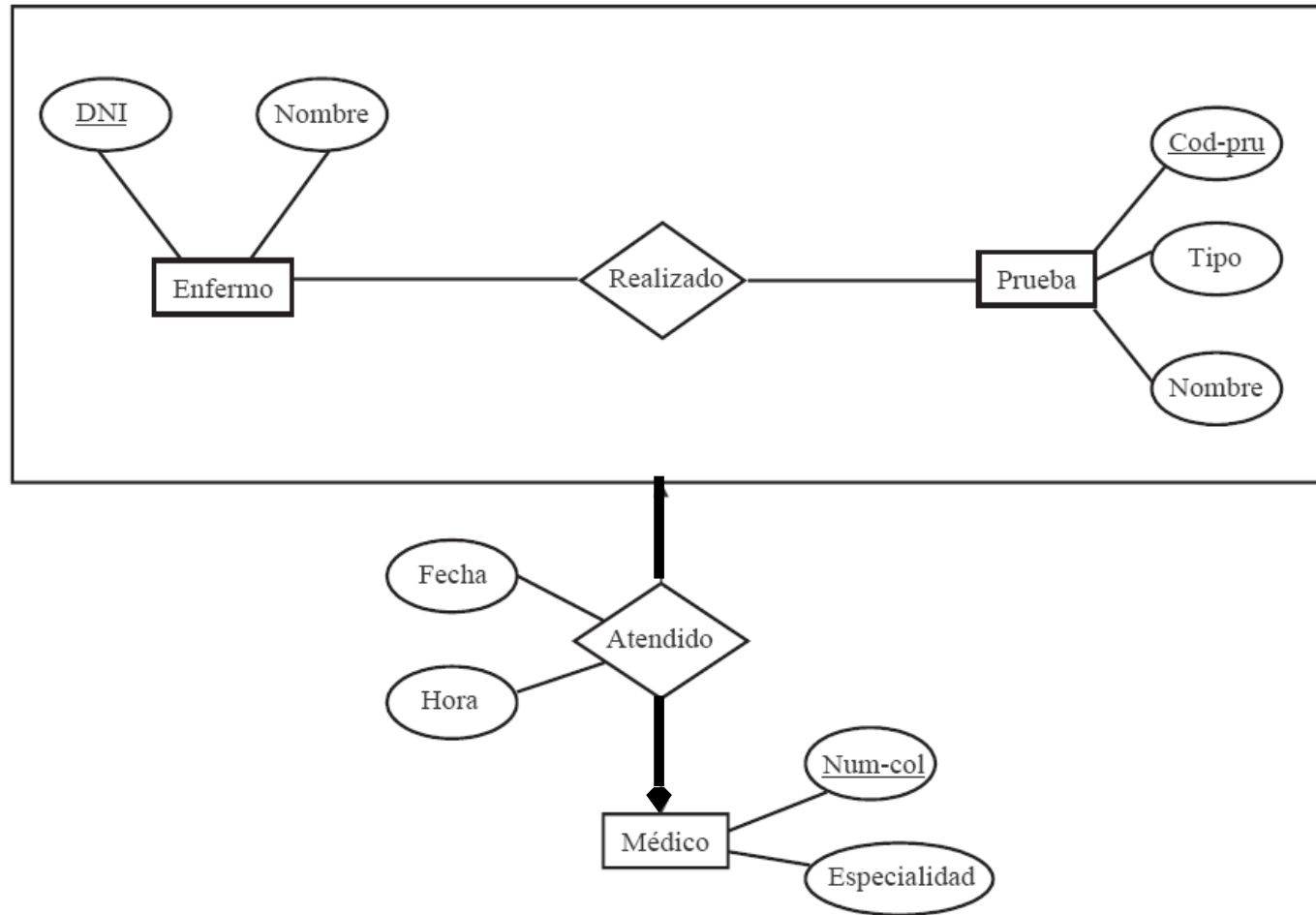


## Agregación:



- Sirve para expresar **relaciones** entre:
  - *Relaciones* y conjuntos de **entidades**.
  - *Relaciones* y relaciones.
- Puede resultar interesante considerar la **agregación** como una **entidad genérica** sin especificar su estructura interna:
  - *Caja negra* de la cual **sólo** deben **conocerse** las **claves** primarias de los conjuntos de entidades a los que integra.

## Agregación:



1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. **Heurísticas de modelado.**
7. Ejemplos adicionales.





### Grado de una relación:

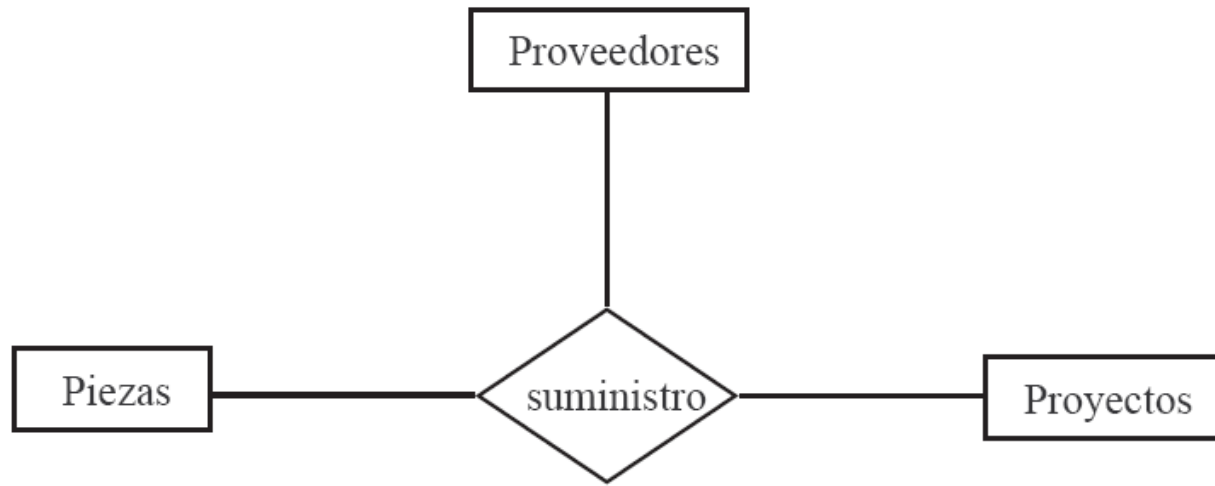
- Número de entidades que están involucradas en la conexión.
- Normalmente, binarias.
- Puede ser que sea necesario emplear relaciones de orden mayor:
  - Ternarias.
  - Cuaternarias.

### La cardinalidad en una relación n-aria se analiza por partes:

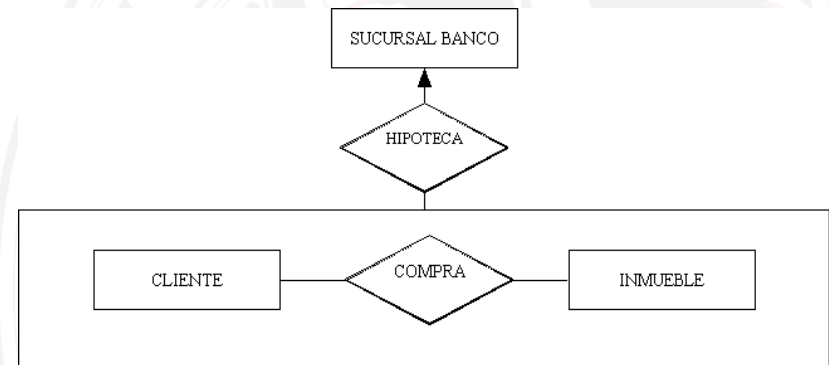
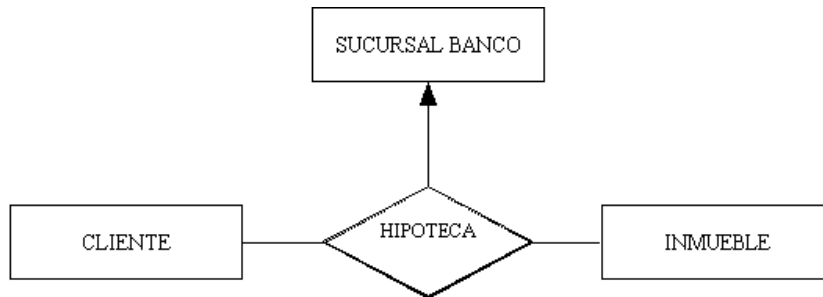
- El extremo de cada arista que acaba en un conjunto de entidades se obtiene fijando una entidad genérica de cada uno de los otros tipos de entidades que intervienen.

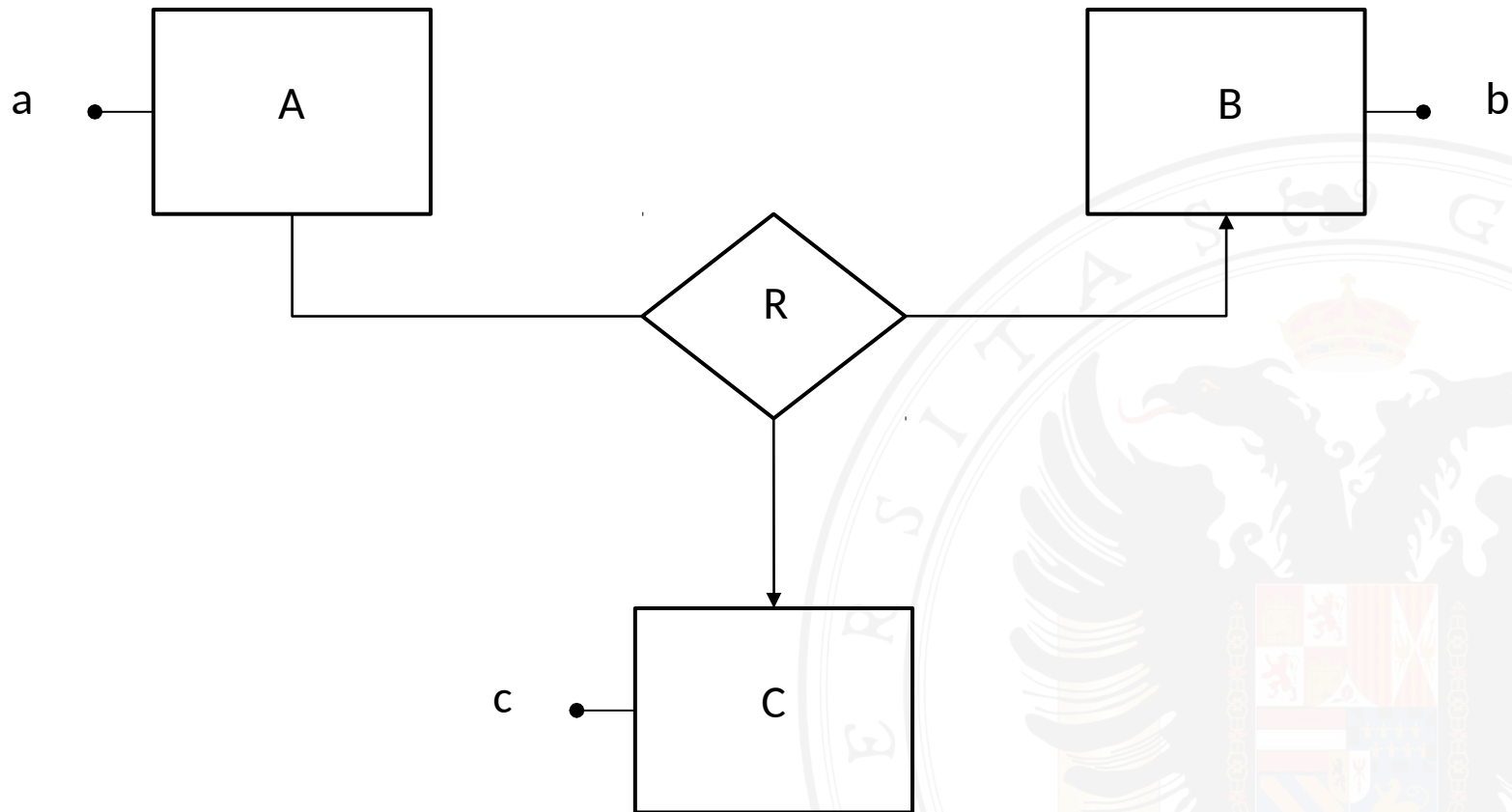
### Ejemplo:

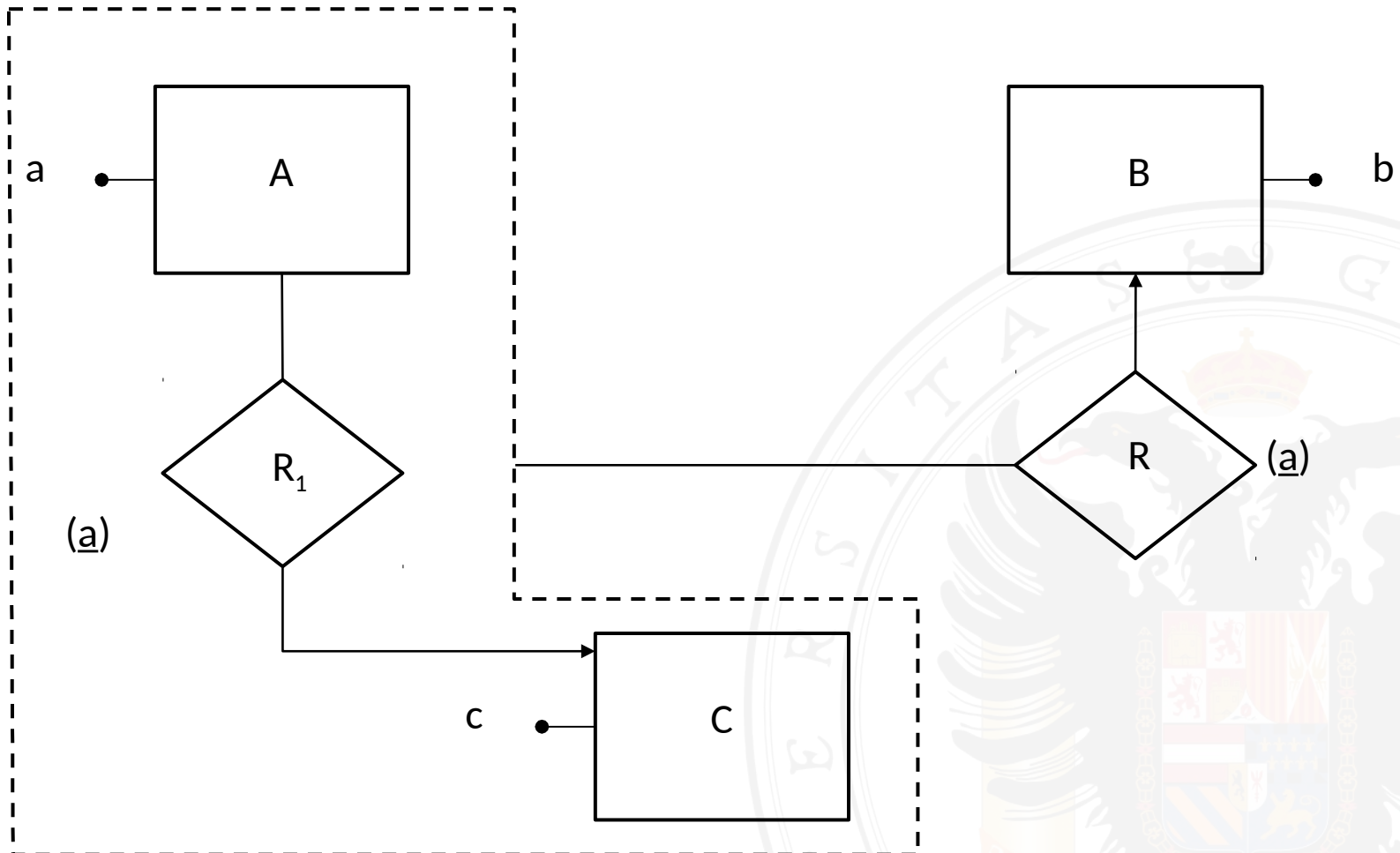
- Tres conjuntos de entidades.
  - Proveedores, Piezas y Proyectos
  - Relación de suministro entre ellos

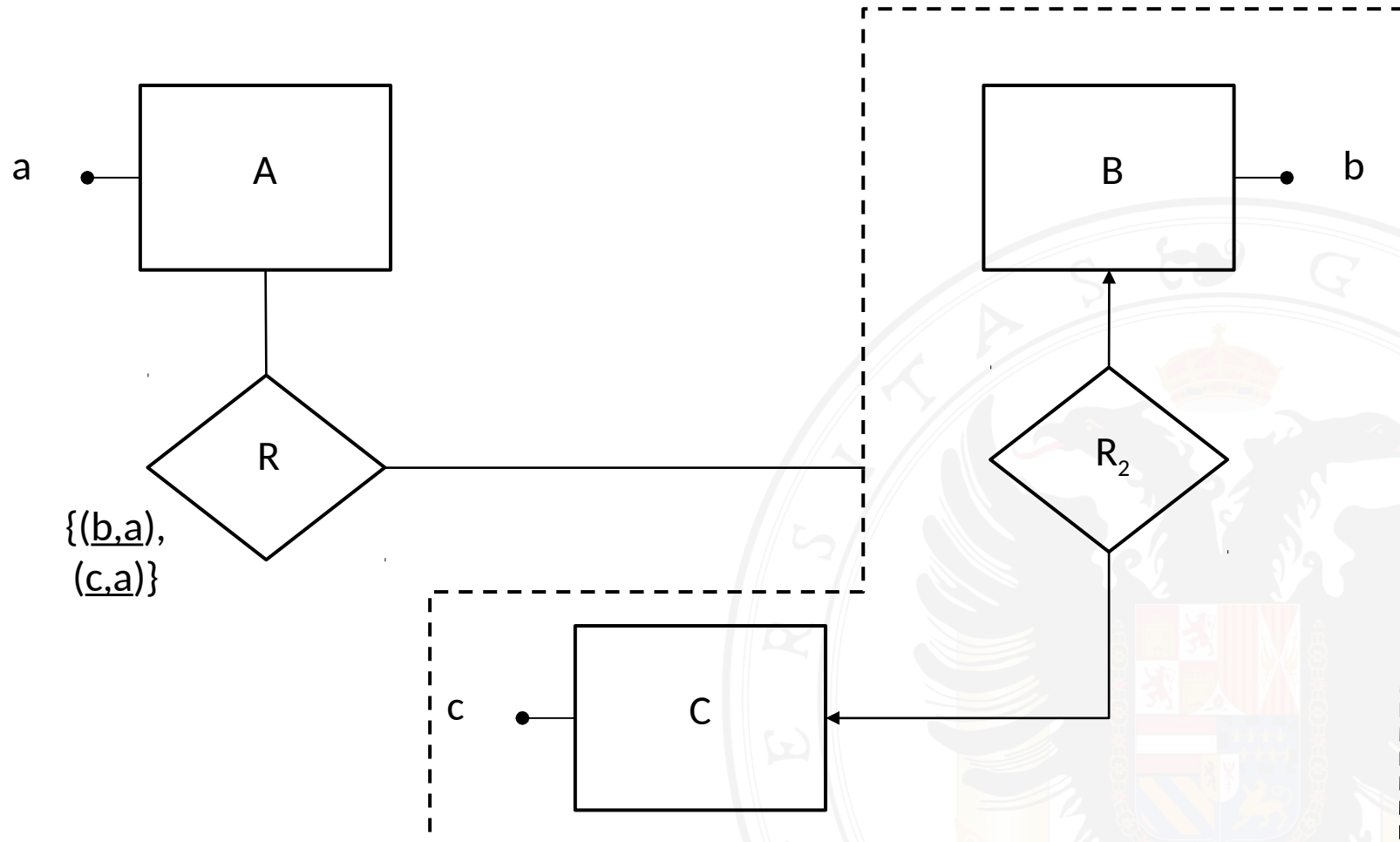


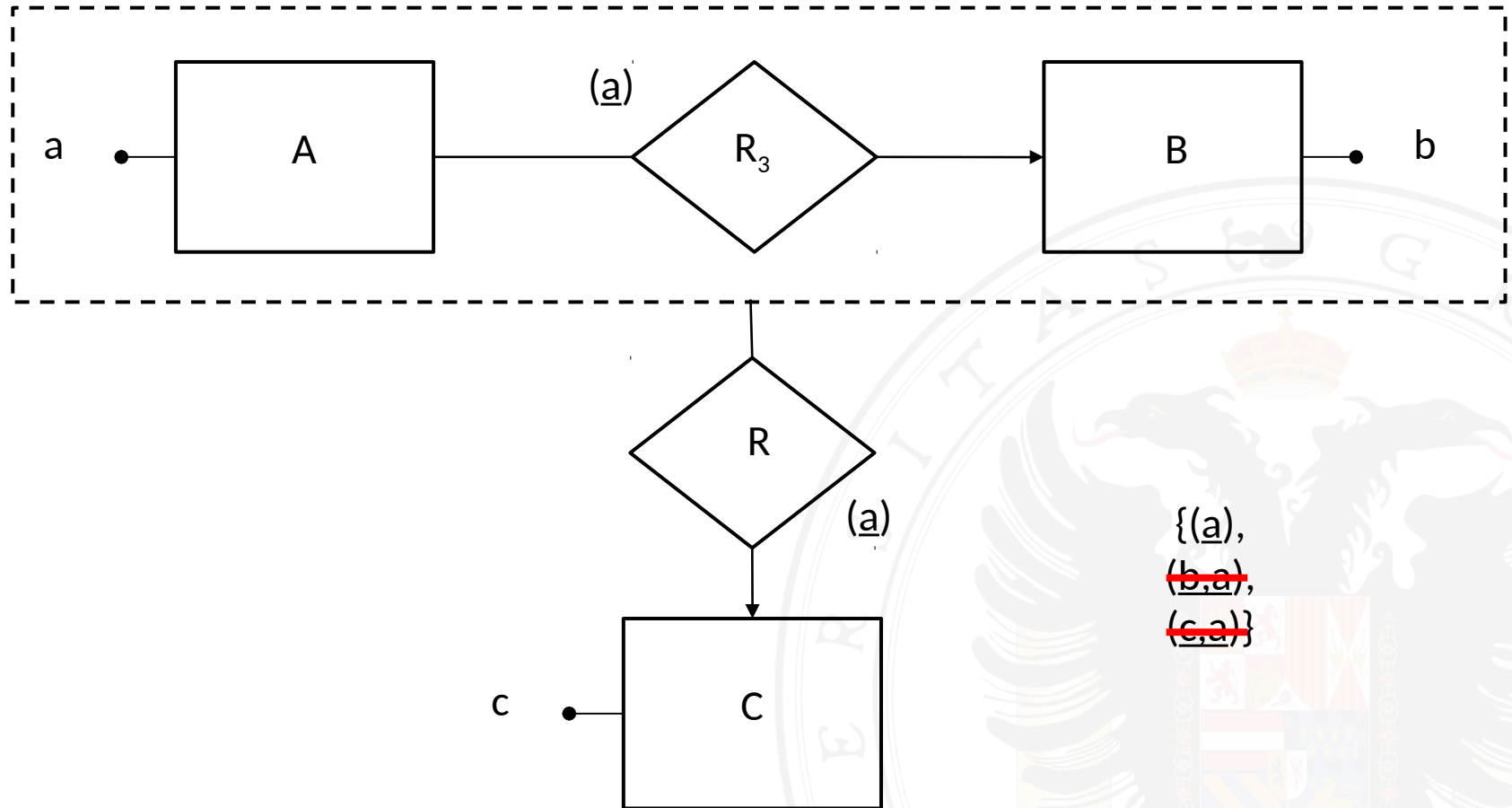
- En cualquier caso, las relaciones de **grado alto**:
  - **Complican el diagrama.**
  - Pueden esconder un **mal diseño. Mejor usar agregaciones, en la mayoría de los casos.**
    - Un conjunto de entidades que no se ha tenido en cuenta
  - **Ejemplo:**

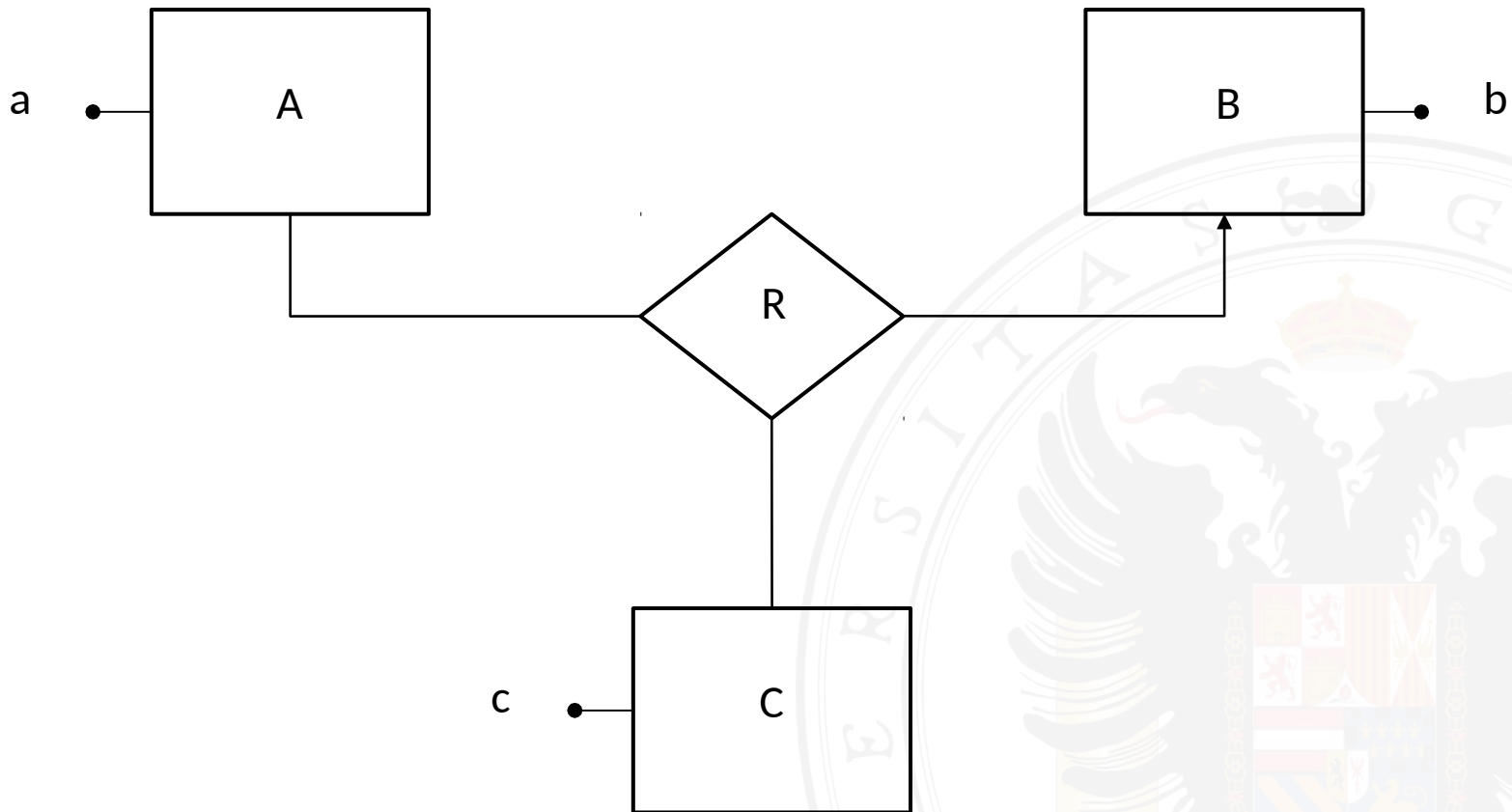




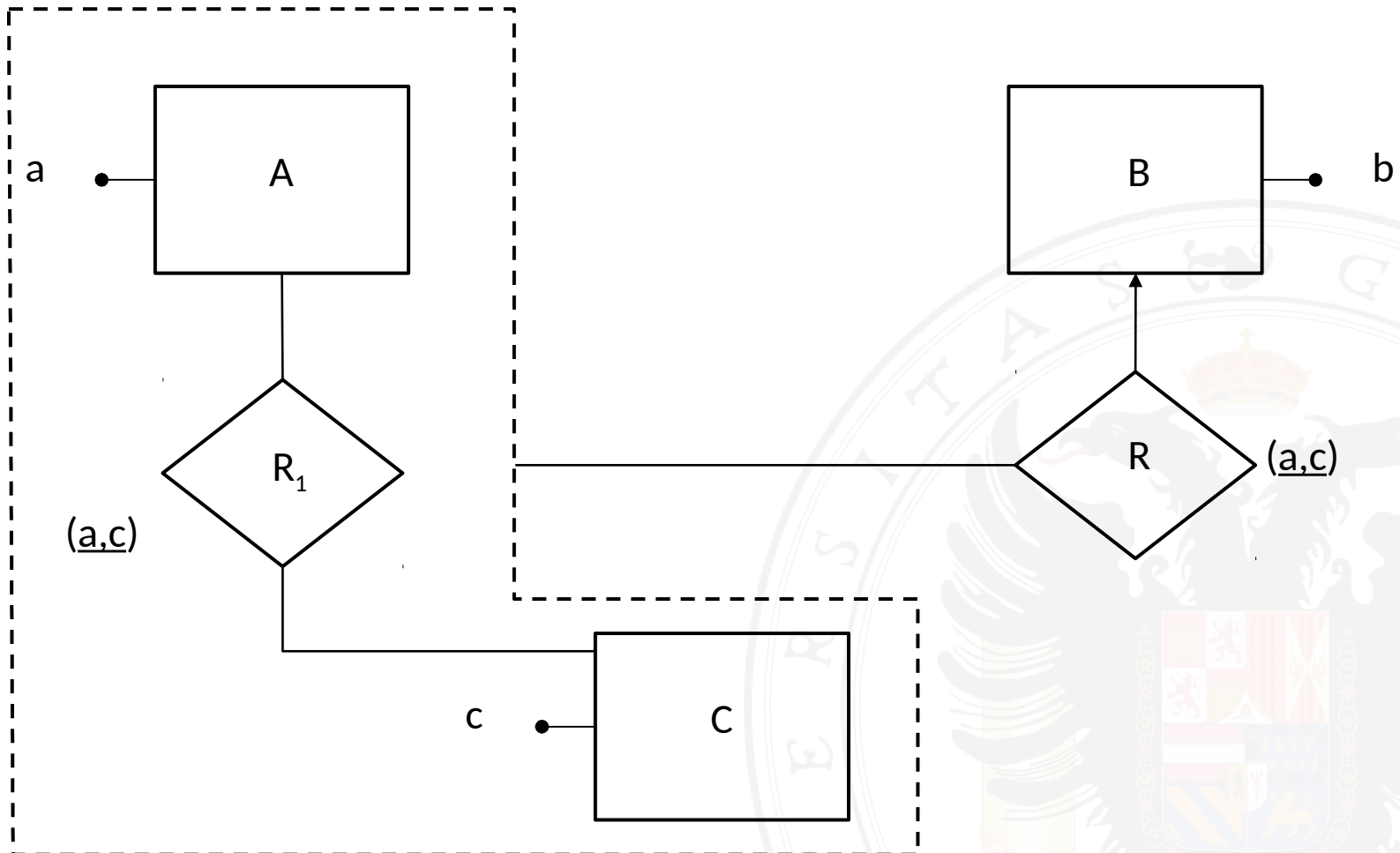


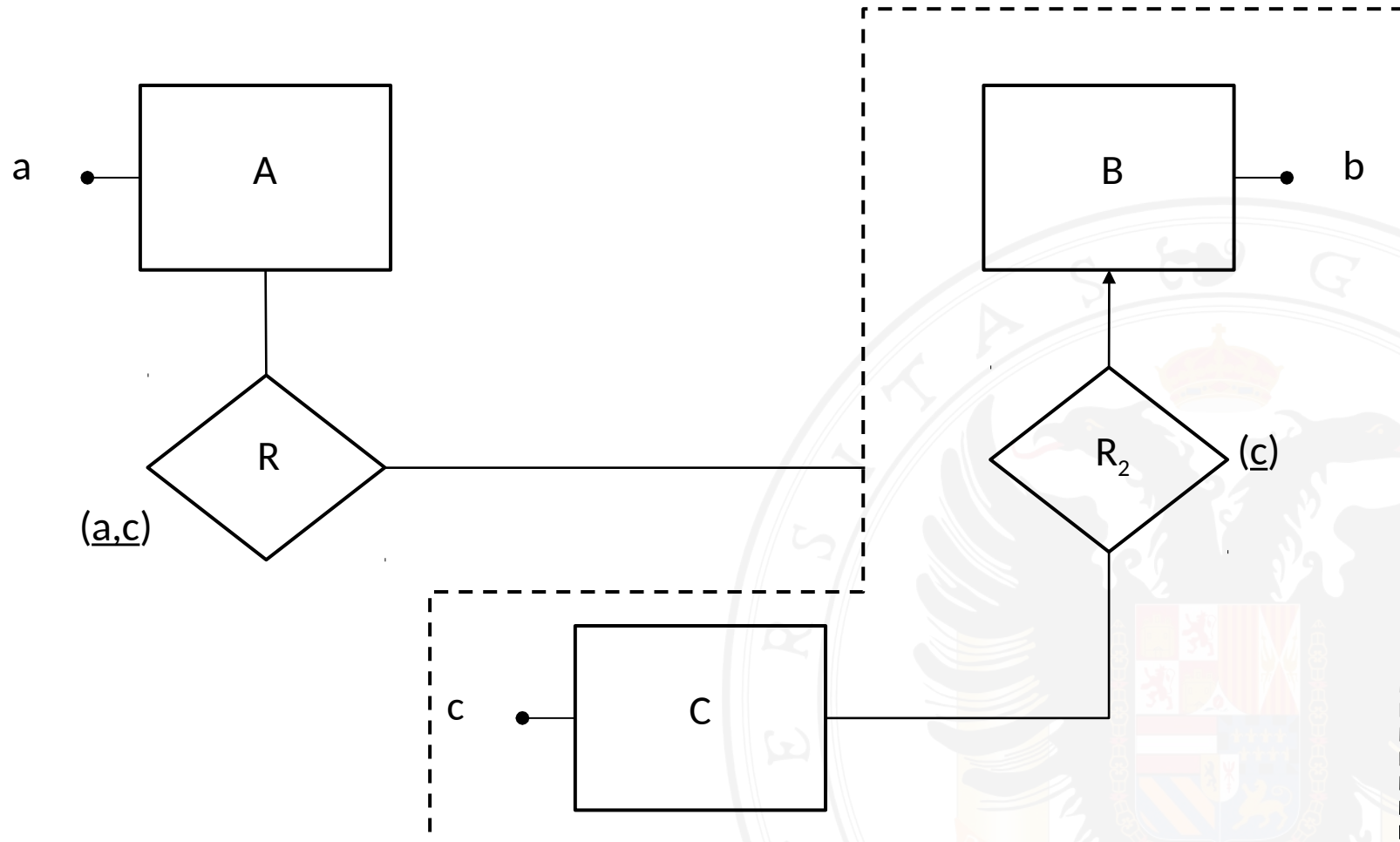


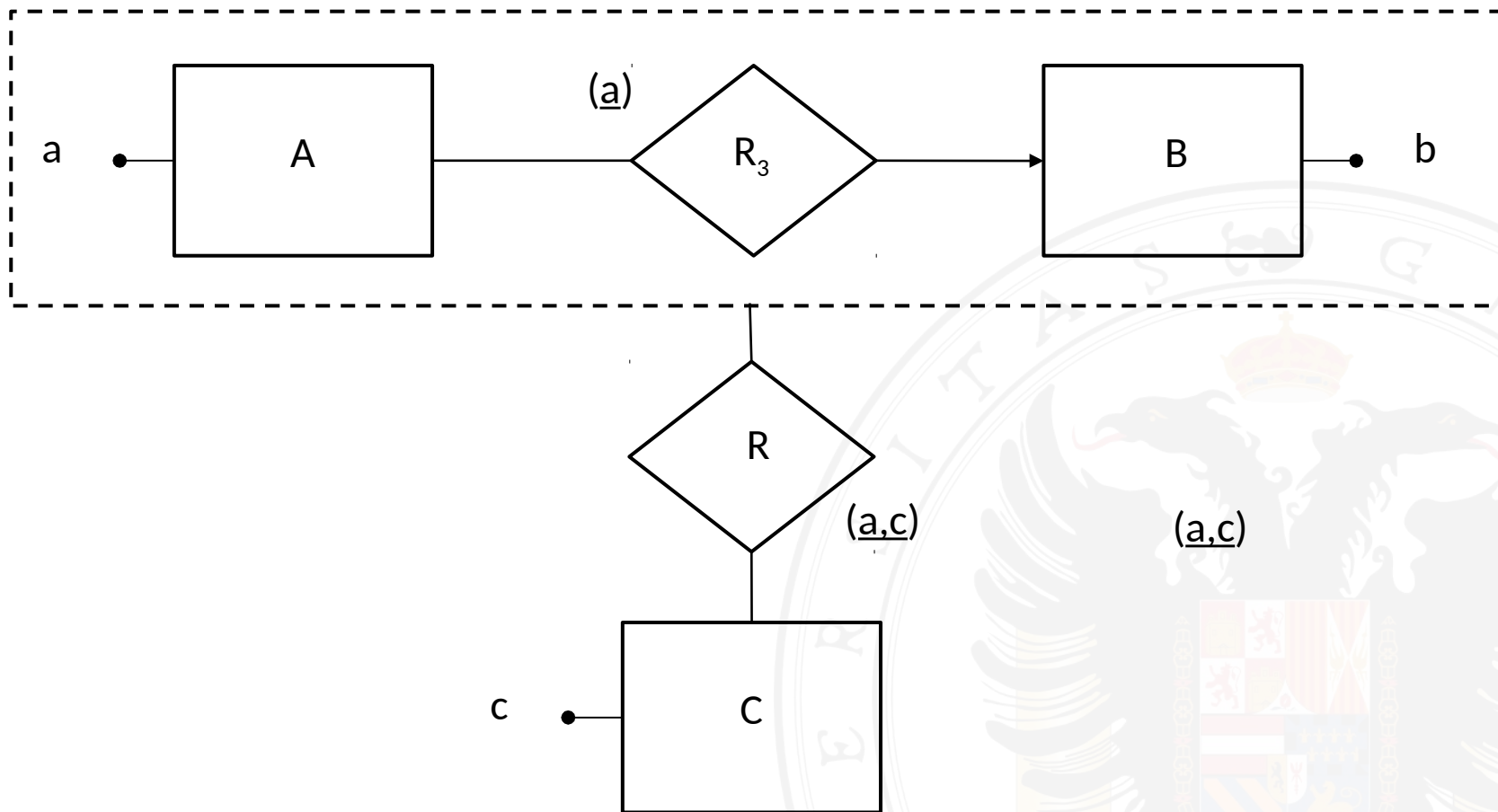




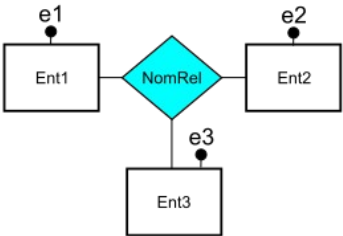
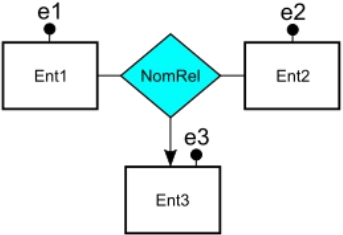
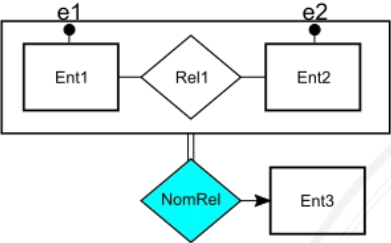
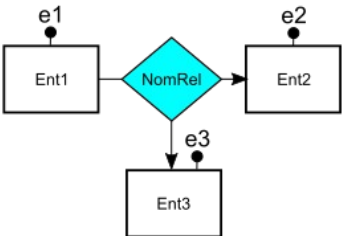
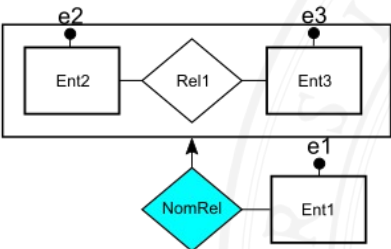
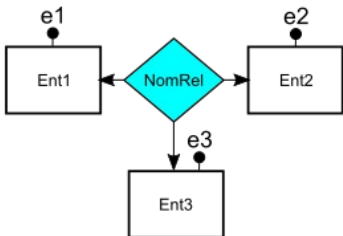








### En resumen:

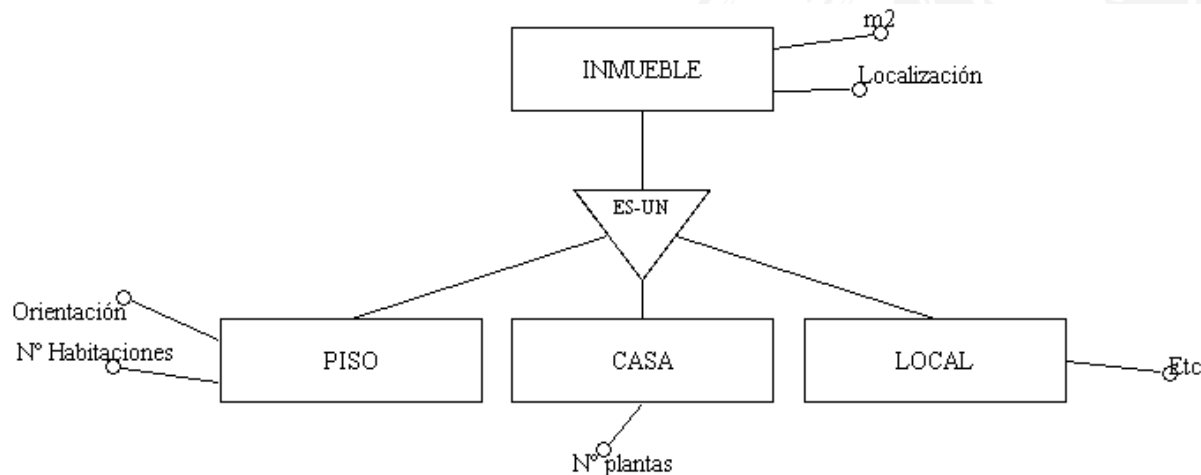
Relaciones Ternarias (Cardinalidades)		
Relación Ternaria	Agregación Equivalente	Claves en NomRel
		$(e1, e2, e3)$
		$(e1, e2)$
		$(e1)$
		$\{(e1), (e2) \text{ y } (e3)\}$

### Diseño de herencia:

Necesidad de jerarquías de **herencia**.

Una jerarquía puede aparecer en el diagrama:

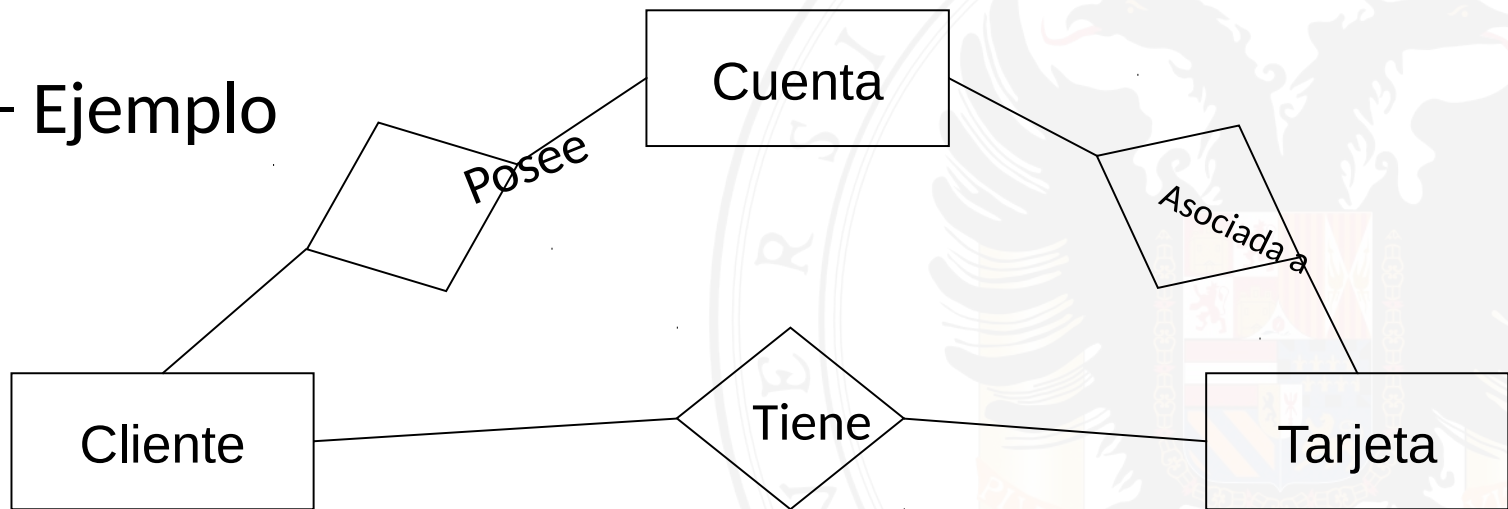
- a) Por un proceso de **generalización**.
- b) Por un proceso de **especialización**.



### Ciclos:

- La aparición de ciclos en los diagramas es normal.
- Deben analizarse cuidadosamente porque pueden esconder inconsistencias:
  - Reflejar información redundante.

### – Ejemplo



### Agregaciones:

- Las agregaciones son un **elemento de abstracción** potente.
- **No debemos abusar** de ellas.
  - A veces una agregación oculta un conjunto de entidades que no se ha tenido en cuenta en el modelado.

1. Etapas de la creación de una BD.
2. El modelo E-R.
3. Elementos básicos del modelo.
4. Diagrama E/R.
5. Otros elementos del modelo: EE/R.
6. Heurísticas de modelado.
7. Ejemplos adicionales.



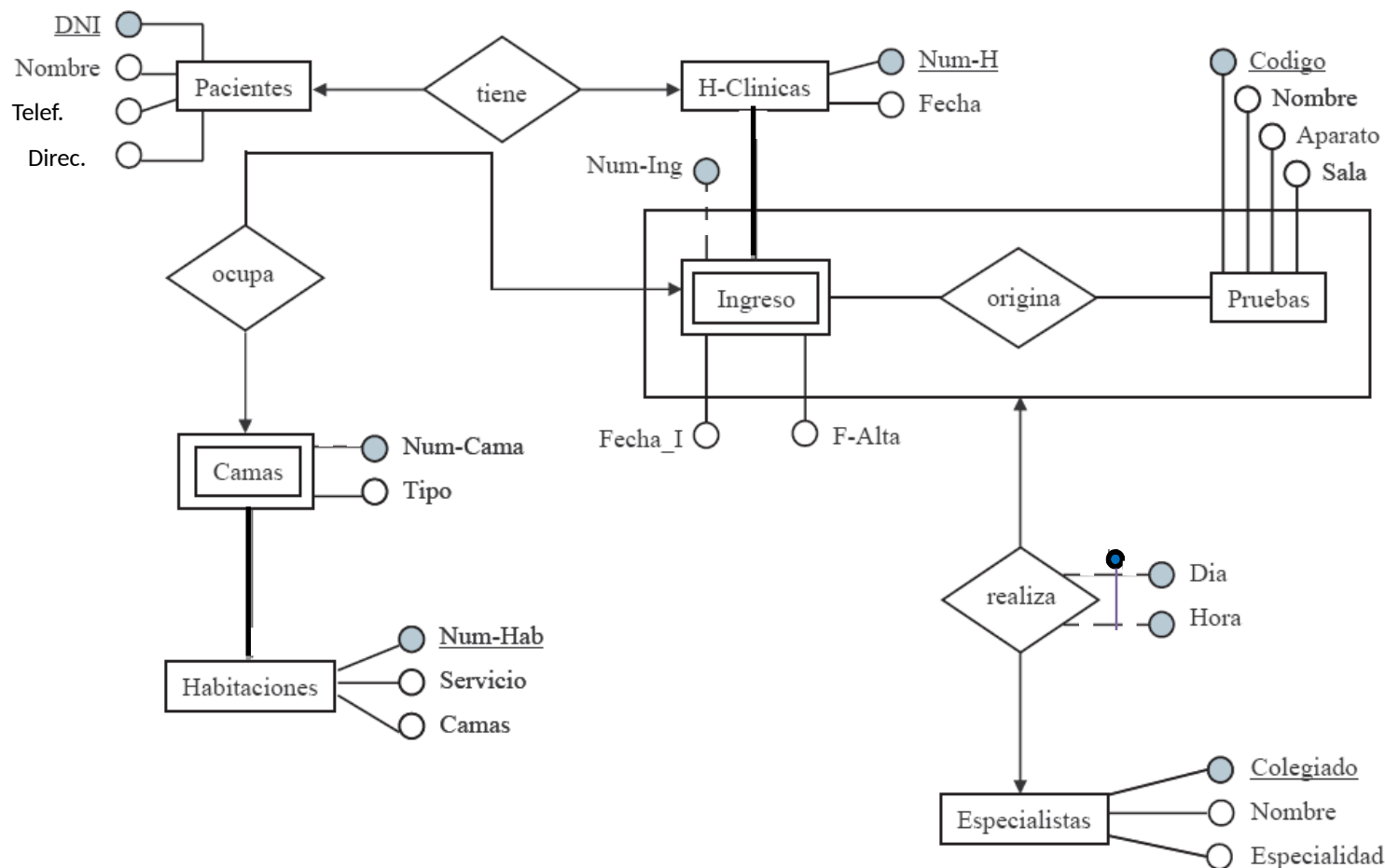


### Gestión de información en un hospital:

#### Restricciones semánticas mínimas:

- Cada **paciente** tiene **asociada una historia clínica única** que se genera la primera vez que el paciente visita el hospital y en la cual se van anotando todos sus ingresos.
- Las **habitaciones** pueden tener **varias camas**, que irán **numeradas** y serán de un determinado **tipo**.
- Durante un **ingreso**, el **paciente** ocupará una **misma cama** y se le podrán **realizar** tantas **pruebas** como sea necesario.
- Los distintos **tipos de prueba** van **codificadas** y se realizan con un **aparato** determinado **en una sala determinada**.
- Es importante saber **cuándo** (día y hora) se ha realizado **cada** una de las **pruebas a un paciente y qué especialista** la ha llevado a cabo.
- Los atributos asociados a cada conjunto de entidades serán los habituales.

### Gestión de información en un hospital:



### Compañía de seguros:

#### Restricciones semánticas mínimas:

- Un **cliente** puede tener **asegurado más** de **un vehículo** en la compañía.
- Cada **vehículo** posee una **única póliza** de seguro que tendrá un **precio** en función de la **cobertura** que se haya contratado y de las características del vehículo.
- Sobre los **siniestros** ocurridos debería conocerse la **fecha**, el **lugar**, la **causa** y la **cuantía** de los daños ocasionados.
- Cada **tipo de siniestro** o accidente (colisión múltiple, adelantamiento indebido, exceso de velocidad,...) va **identificado por un código**.
- En un **accidente** pueden estar involucrados **varios vehículos** asegurados por la compañía.

### Compañía de seguros:

