Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació
Institut Thos i Codina

Model Entitat-Relació (ER)

Domini Públic (CC0)

Índex

1. Introducció **1**

2. Entitats i atributs **1**
2.1. Entitat . . . 1
2.2. Atributs . . . 2
2.3. Domini . . . 2
2.4. Valor nul . . . 2
2.5. Atributs simples i compostos . . . 2
2.6. Atributs monovaluats i multivaluats . . . 3
2.7. Cardinalitat dels atributs . . . 3
2.8. Atributs derivats . . . 3
2.9. Clau primària . . . 4
2.10. Regles de notació d'entitats i atributs . . . 4

3. Interrelacions **4**
3.1. Atributs de les interrelacions . . . 5
3.2. Grau d'una interrelació . . . 5
3.3. Connectivitat (cardinalitat) de les interrelacions . . . 6
Interrelacions binàries . . . 6
Dependències d'existència (binàries) . . . 7
Interrelacions ternàries i n-àries . . . 7
Límits de cardinalitat . . . 8
3.4. Interrelacions recursives . . . 8
Rols . . . 9
3.5. Resum de notació d'interrelacions . . . 9

4. Entitats febles **10**
Notació . . . 11

5. Disseny de bases de dades **11**
5.1. Fases del disseny . . . 11
Fase conceptual . . . 11
Fase lògica . . . 12
Fase física . . . 12
5.2. Disseny conceptual: visió de sistema . . . 12
5.3. Captura i abstracció dels requisits . . . 13

6. Cas pràctic: "Connecta", una xarxa social de proximitat **13**
6.1. Requisits recollits . . . 13
6.2. Identificació d'entitats . . . 14
6.3. Designació d'interrelacions . . . 14
6.4. Establiment de claus . . . 15
6.5. Establiment de cardinalitats . . . 15
6.6. Restriccions de participació i límits . . . 16
6.7. Elaboració del diagrama ER . . . 17

7. Extensions del model ER **19**
7.1. Especialització i generalització . . . 19
Especialització (disseny descendent) . . . 19

Generalització (disseny ascendent) . . . 19
Herència de propietats . . . 20
Restriccions . . . 21
Notació . . . 21
7.2. Agregacions d'entitats (entitats associatives) . . . 22
Agregació vs. entitat feble . . . 22
Notació . . . 22

8. Cas pràctic: BD d'una comercial de productes informàtics 23
8.1. Requisits . . . 23
8.2. Entitats i atributs resultants . . . 23
8.3. Decisions de modelització . . . 24

9. Decisions de disseny 24
9.1. Entitat o atribut? . . . 24
9.2. Entitat o interrelació? . . . 25
9.3. Interrelació n-ària o binàries? . . . 25
9.4. Ubicació dels atributs de les interrelacions . . . 26
Binàries 1-1 i 1-N . . . 26
Binàries M-N i n-àries . . . 26
9.5. L'entitat DATA . . . 26

10. Paranys de disseny 27
10.1. Encadenament erroni d'interrelacions binàries 1-N . . . 27
10.2. Ús incorrecte d'interrelacions binàries M-N . . . 27
10.3. Falses interrelacions ternàries . . . 27

11. Resum de notació 28
Tipus de connectivitat . . . 28
Fases del disseny . . . 28

Índex de figures 29

1. Introducció

Un **model de dades** és un conjunt d'eines conceptuals per descriure:

- les dades,
- les relacions entre elles,
- el seu significat,
- les restriccions que en garanteixen la coherència.

El **model Entitat-Relació (model ER)** és el més utilitzat. És un model d'**alt nivell** que veu el món real com un conjunt d'**entitats** (*entities*) i de **relacions** (*relationships*) entre elles.

El seu èxit es deu a una notació diagramàtica senzilla i fàcil d'entendre, i per això la majoria d'eines CASE de disseny de bases de dades l'utilitzen.

El model va ser formulat per **Peter Pin Shan Chen** l'any 1976 (*The Entity-Relationship Model -- Toward a Unified View of Data*). Per això els diagrames ER també s'anomenen **diagrames de Chen**.

NOTA

No hi ha una notació universalment estandarditzada. Cada llibre i cada programa de disseny presenta petites variacions respecte a la notació original de Chen.

2. Entitats i atributs

2.1. Entitat

Una **entitat** és alguna cosa que existeix al món real, distingible de la resta, i de la qual ens interessen algunes propietats.

Pot tenir existència **física** (una persona, un cotxe, un ordinador) o ser un concepte **abstracte** (una assegurança, un deute).

Cal distingir:

Terme	Significat	Exemple
Entitat-instància	Un objecte concret	El client *Manel Riba*
Entitat-tipus	El conjunt d'instàncies semblants	L'entitat `CLIENT`

Representació: un **rectangle**.



Figura 1: Entitat CLIENT

2.2. Atributs

Els **atributs** són les característiques de l'entitat que ens interessen. Normalment, només en modelem una part: depèn de l'àmbit de la BD (en una comercial de productes informàtics interessa el DNI i el telèfon; en un àmbit sanitari, l'alçada o el grup sanguini).

Representació: una **el·lipse** unida a l'entitat.

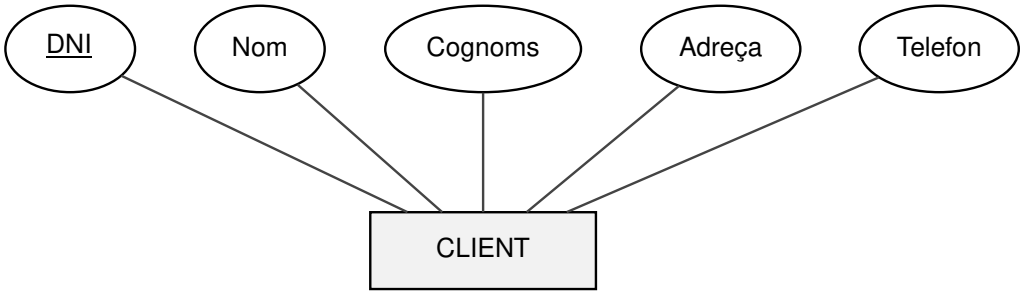

Figura 2: Entitat CLIENT amb els seus atributs (DNI és la clau primària)

2.3. Domini

Els valors d'un atribut han de ser **vàlids**: han de pertànyer al conjunt de valors acceptables, anomenat **domini**.

Exemple: el domini de `Nom` pot ser «cadenes de caràcters d'una longitud determinada, sense xifres ni caràcters especials». «Laia» és vàlid; una data o un número, no.

2.4. Valor nul

Si una entitat-instància no té valor per a un atribut, aquest té **valor nul**. *Exemple:* un client sense telèfon.

2.5. Atributs simples i compostos

Tipus	Definició	Exemple
Simple	No es pot dividir sense perdre significat	`Nom`
Compost	Se subdivideix en altres atributs amb significat propi	`Cognoms` → `Cognom1`, `Cognom2`

Els atributs compostos són útils quan els usuaris de vegades es refereixen a l'atribut sencer i de vegades a les parts. A més, estructuren jeràrquicament les dades.

> En l'exemple, `Cognom1` sempre tindrà valor, però `Cognom2` ha d'admetre **nuls** (moltes persones estrangeres només tenen un cognom).

Representació: les el·lipses dels components s'uneixen amb l'el·lipse de l'atribut compost.

2.6. Atributs monovaluats i multivaluats

Tipus	Definició	Exemple	Representació
Monovaluat	Com a màxim un valor per instància	`DNI`	El·lipse simple
Multivaluat	Pot tenir diversos valors alhora	`Telefon` (fix, feina, mòbil)	**El·lipse de doble traç**

> En el model **relacional** els atributs han de ser simples i monovaluats. Per tant, els compostos i multivaluats s'hauran de transformar en passar al disseny lògic.

2.7. Cardinalitat dels atributs

S'escriu entre parèntesis darrere el nom de l'atribut: `(mínim, màxim)`.

Notació	Significat
`NomAtribut (1,1)`	Univaluat **obligatori** (valor per defecte)
`NomAtribut (0,1)`	Univaluat **opcional** (admet nuls)
`NomAtribut (1,n)`	Multivaluat **obligatori**
`NomAtribut (0,n)`	Multivaluat **opcional**

Exemple: `Telefon (0,2)` → pot no tenir cap telèfon, i com a màxim dos (fix i mòbil).

2.8. Atributs derivats

Un atribut és **derivat** quan es pot calcular a partir d'altres atributs (anomenats **atributs base**) o d'altres entitats interrelacionades.

- `Edat` es calcula a partir de `DataNaixement` i la data del sistema.
- `NombreProductes` es calcula comptant els `PRODUCTE` relacionats amb un `CLIENT`.

Són una **redundància**, per això normalment **no s'emmagatzemen**: es calculen quan cal. **Representació:** el·lipse de **traç discontinu**.

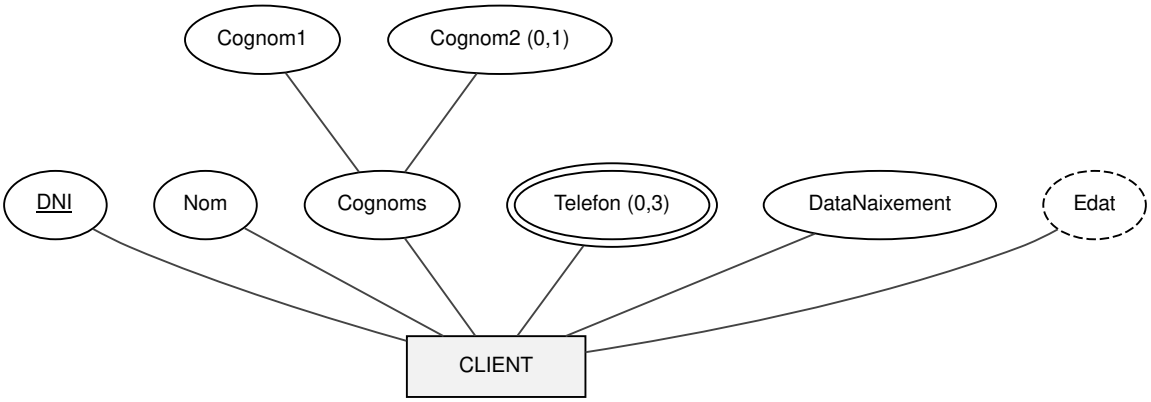

Figura 3: Tipus d'atributs: clau primària, compost, multivaluat i derivat

2.9. Clau primària

Tota entitat-tipus ha de tenir un atribut (o conjunt d'atributs) que identifiqui **unívocament** cada instància: la **clau primària**.

Opcions per a `CLIENT`:

1. `DNI`: no hi ha dos documents d'identitat iguals.
2. Un atribut artificial, com `CodiClient` (útil on no hi ha document d'identitat).
3. Una combinació d'atributs, com `Nom + Cognoms + Telefon` (arriscat).

Representació: els atributs de la clau primària van **subratllats**.

> **Criteri important:** la clau no hauria de canviar mai (o molt rarament). Un telèfon mòbil és una mala clau; un DNI, en general, és bona.

2.10. Regles de notació d'entitats i atributs

- Normalment **sense accents ni caràcters especials**: només lletres i xifres.
- Entitats: nom en **MAJÚSCULES i en singular**, dins d'un rectangle.
- Atributs: primera lletra en majúscula i la resta en minúscula (`Nom`). Si el nom és compost, cada part comença en majúscula (`TelefonFix`). Si són sigles, tot en majúscules (`DNI`).
- Multivaluat: el·lipse de doble traç, amb els límits entre parèntesis i separats per coma.
- Derivat: el·lipse puntejada.
- Clau primària: subratllada.
- Qualsevol altra característica sense notació pròpia s'afegeix amb una **especificació textual**.

3. Interrelacions

Una **interrelació** és una associació entre dues o més entitats.

Representació: un **rombe** unit amb línies a les entitats que associa.

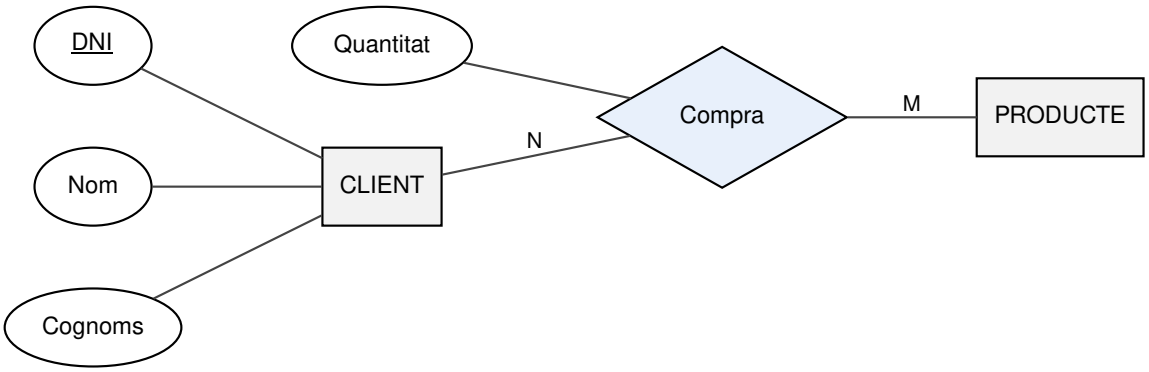

Figura 4: Interrelació Compra entre CLIENT i PRODUCTE, amb l'atribut Quantitat

3.1. Atributs de les interrelacions

Les interrelacions també poden tenir atributs, que es representen igual que els d'una entitat i tenen les mateixes propietats.

Exemple: a `Compra` (entre `CLIENT` i `PRODUCTE`) afegim `Quantitat`.

3.2. Grau d'una interrelació

És el **nombre d'entitats** que associa.

Grau	Nom
2	Binària
3	Ternària
4	Quaternària
> 2	n-ària (en general)

Exemple de grau 3: si el client pot comprar més d'un cop un mateix producte (en campanyes diferents), afegim l'entitat `CAMPANYA` i la interrelació `Compra` passa a associar `CLIENT`, `PRODUCTE` i `CAMPANYA` (conservant `Quantitat`).

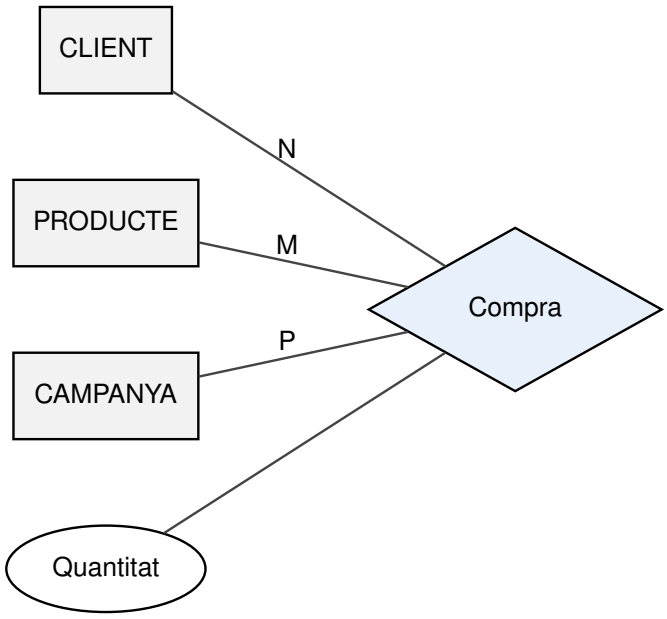

Figura 5: Interrelació ternària Compra entre CLIENT, PRODUCTE i CAMPANYA

3.3. Connectivitat (cardinalitat) de les interrelacions

Indica el **tipus de correspondència** entre les ocurrències de les entitats associades.

Interrelacions binàries

Tipus	Significat	Exemple
1:1	Una instància de A es relaciona amb com a màxim una de B, i viceversa	`VENEDOR` **Coordina** `DEPARTAMENT`
1:N	Una instància del costat 1 es relaciona amb moltes del costat N	`DEPARTAMENT` **Treballa** `VENEDOR`
N:M	Moltes de cada costat	`CLIENT` **Interessa** `CATEGORIA`

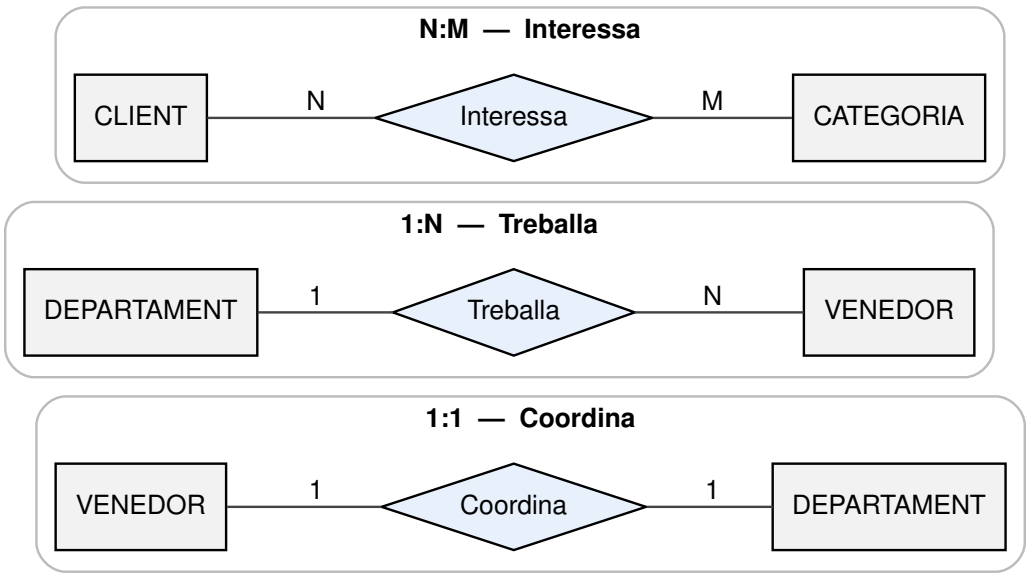

Figura 6: Exemples de connectivitat 1:1, 1:N i N:M

Observacions:

- Un **1** vol dir «com a màxim una instància»; una **N** (o **M**) vol dir «moltes».
- Una **N** es pot representar també amb un asterisc *.
- Si hi ha diverses N, s'usen lletres consecutives començant per M: M, N, P, Q…
- L'1 també es pot representar amb una **fletxa d'una punta** cap a l'entitat; la N, amb una **fletxa de doble punta**.
- Independentment de la connectivitat, una interrelació només associa **una vegada** unes instàncies concretes entre si.

Com triar el costat de cada etiqueta (exemple 1:N):

- Cada venedor només treballa en **un** departament → al costat de `DEPARTAMENT` hi va un **1**.
- Cada departament té **molts** venedors → al costat de `VENEDOR` hi va una **N**.

Dependències d'existència (binàries)

- Una entitat és **obligatòria** en la interrelació si cada instància ha d'estar associada com a mínim amb una altra.
- Altrament és **opcional**.

Notació	Significat
Cercle a la línia	Entitat **opcional**
Guionet perpendicular a la línia	Entitat **obligatòria**
Res	Dependència desconeguda

Exemple: a `Coordina`, `VENEDOR` és obligatori (no hi ha departament sense coordinador) i `DEPARTAMENT` és opcional (la majoria de venedors no coordinen res). Això només es té en compte en interrelacions **binàries**.

Interrelacions ternàries i n-àries

La cardinalitat expressa el nombre màxim d'instàncies d'una entitat que poden associar-se amb una **combinació concreta** d'instàncies de les altres.

- Ternàries: `1:1:1`, `1:1:N`, `1:M:N`, `M:N:P`.
- En general, una interrelació n-ària té **n + 1** tipus de connectivitat (una quaternària en té 5).

Exemple M:N:P: `Compra` entre `CLIENT`, `PRODUCTE` i `CAMPANYA`:

- un client, en una campanya, pot comprar molts productes (**N**);
- pot comprar el mateix producte en diverses campanyes (**N**);
- en una campanya, molts clients compren el mateix producte (**N**).

Límits de cardinalitat

Etiquetes `mín..màx` al costat de la línia entre l'entitat i la interrelació. Els valors poden ser: **0**, qualsevol **enter**, o ***** (il·limitat).

Exemple (`Coordina`):

- `1..1` al costat de `VENEDOR`: cada departament té un i només un coordinador.
- `0..1` al costat de `DEPARTAMENT`: un venedor coordina com a molt un departament, o cap.

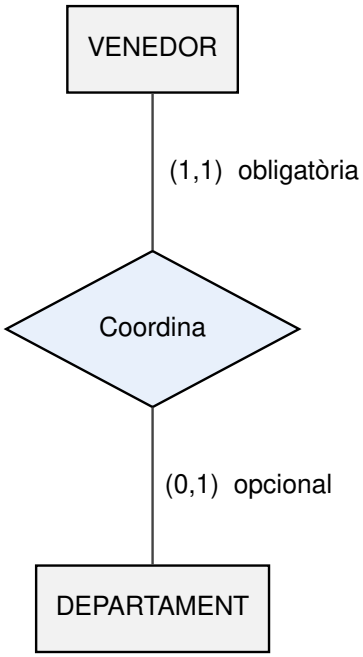

Figura 7: Interrelació Coordina amb límits de cardinalitat i dependència d'existència

3.4. Interrelacions recursives

Una **interrelació recursiva** associa instàncies d'una entitat amb altres instàncies de **la mateixa** entitat.

- **Grau 2 (binària):** només participa una entitat, que es relaciona amb si mateixa.
- **Grau 3 o més:** hi participen més entitats a part de la que es relaciona amb si mateixa.

Representació: dues línies de la interrelació que arriben a la mateixa entitat.

Exemple binari: `Compatible` sobre `PRODUCTE`. Un producte pot tenir diversos accessoris compatibles i alhora ser accessori de molts altres (un mateix ratolí serveix per a molts portàtils) → cardinalitat **M:N**.

Exemple ternari: `Recomana` entre dos `CLIENT` i un `PRODUCTE`. Connectivitat **1:M:N**:

- un client que recomana un producte pot haver-lo recomanat a molts clients;
- un client només té un recomanador per producte (el que el va dur a comprar-lo);
- un client pot ser recomanador en diversos productes.

Rols

En una interrelació no recursiva el paper de cada entitat se sobreentén. En una recursiva, si els papers són **diferents**, convé etiquetar cada línia. *Exemple:* `base` (producte principal) i `accessori` (producte compatible).

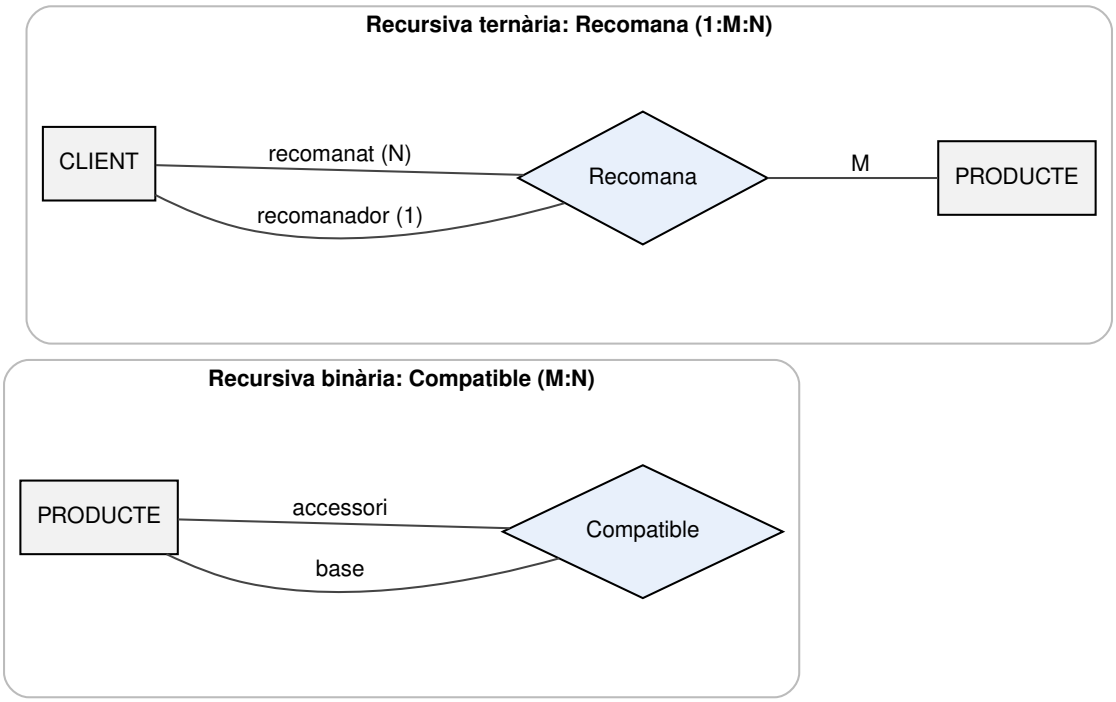

Figura 8: Interrelacions recursives: Compatible (binària) i Recomana (ternària)

3.5. Resum de notació d'interrelacions

- Rombe unit a totes les entitats que associa.
- Atributs com els d'una entitat.
- Connectivitat: etiqueta 1 / N a cada línia.
- Opcionalitat: cercle; obligatorietat: guionet.
- Límits: etiqueta `mín..màx` a cada línia.
- Recursivitat: dues línies cap a la mateixa entitat.
- Rols: etiqueta textual a cada línia.

4. Entitats febles

- **Entitat forta:** té un atribut (o conjunt) que forma una clau primària.
- **Entitat feble: no** té prou atributs per identificar unívocament les seves instàncies. Necessita estar associada amb una entitat forta que l'«ajudi».

Característiques:

- La interrelació feble--forta és sempre **1:N**: l'**1** al costat de la **forta**, la **N** al costat de la **feble**.
- L'entitat forta ha de ser **obligatòria** (si no, alguna instància feble quedaria sense poder identificar-se).
- L'entitat feble no té clau primària, però sí un **discriminant**: atribut (o conjunt) que distingeix les instàncies febles que depenen d'una mateixa instància forta.
- Clau efectiva = clau de la forta + discriminant.
- Es poden **encadenar** entitats febles (una feble pot ser forta respecte d'una altra).
- Poden participar en altres interrelacions com qualsevol entitat.

Exemple: `PRODUCTE` amb referències `P1, P2, P3`… es repeteix a tots els fabricants. Solució: afegir l'entitat forta `FABRICANT` (clau `CodiFabricant`) i la interrelació `Cataleg` (1:N) amb `PRODUCTE` com a entitat feble.

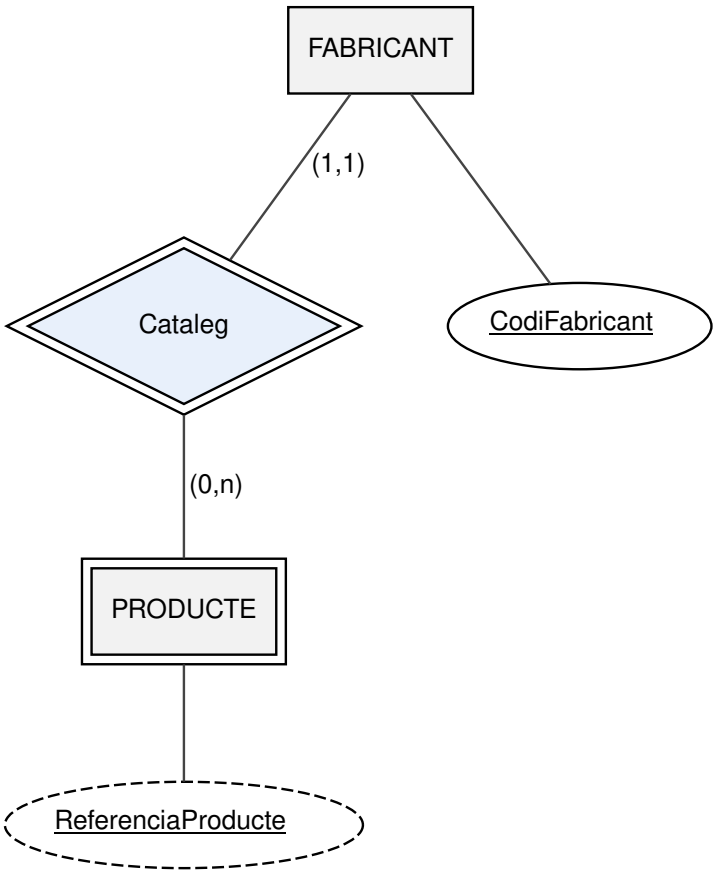

Figura 9: Entitat feble PRODUCTE identificada a través de FABRICANT

Notació

Element	Representació
Entitat feble	Rectangle de **línia doble**
Interrelació d'identificació	Rombe de **línia doble**
Discriminant	Subratllat amb **línia discontínua**

5. Disseny de bases de dades

Els diagrames ER són una eina clau: a partir d'ells es desenvolupa la implementació en el SGBD concret. Han de ser **sistemàtics i rigorosos**.

5.1. Fases del disseny

Dissenyar una BD és complex, per això es divideix en tres etapes (així es minimitzen els errors):

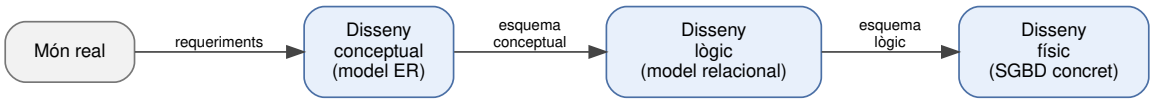

Figura 10: Fases del disseny de bases de dades

Fase conceptual

1. **Recopilar informació** del món real a modelitzar:
   - entrevistes amb els futurs usuaris,
   - examen de la documentació,
   - observació directa dels processos.
2. **Estructurar** les dades per cobrir totes les necessitats.
3. Obtenir una **especificació sistemàtica** que compleixi:
   - **Requisits de dades:** estructura completa i integritat.
   - **Requisits funcionals:** operacions d'inserció, esborrament, consulta i modificació.
4. Expressar-ho en un model d'alt nivell (normalment ER).

L'esquema ha d'especificar **entitats, interrelacions (amb cardinalitats) i atributs**, i s'ha de revisar per cobrir totes les necessitats i **evitar redundàncies**.

> El resultat pertany al **món de les concepcions**: encara no depèn del tipus de BD ni del SGBD.

Fase lògica

Es tradueix l'esquema conceptual al **model de dades del SGBD**: jeràrquic, relacional, distribuït, orientat a objectes… El cas més freqüent: **ER → model relacional**.

Un esquema relacional és un conjunt de **relacions** (taules) formades per atributs, alguns dels quals són **claus primàries** o **claus foranes**. Aquí ja som al **món de les representacions informàtiques**.

Fase física

Modificacions sobre l'esquema lògic per millorar l'**eficiència**, fins i tot amb certa redundància:

- afegir atributs calculables,
- dividir una relació en dues o més,
- incloure una relació resultat de combinar-ne dues o més.

I decisions d'implementació dependents del SGBD:

- definició d'**índexs**,
- espai inicial de les taules i previsió de creixement,
- mida de les memòries intermèdies,
- parametrització del SGBD.

Es decideix segons la freqüència de les consultes, la volatilitat de les dades i els volums d'informació.

5.2. Disseny conceptual: visió de sistema

Una organització té tres subsistemes:

Subsistema	Funció
Producció	Du a terme les activitats pròpies (fabricar, vendre…)
Decisió	Dirigeix, coordina i planifica la producció
Informació	Recull, emmagatzema, processa i distribueix la informació

Una BD emmagatzema les representacions d'informació del sistema d'informació, que té **dades** i **processos** (consultes, modificacions, càlculs…).

Dues premisses del dissenyador:

1. No li correspon **decidir** sobre la porció del món real a modelitzar.
2. No ha d'**inventar** característiques de la realitat: les ha de reflectir fidelment.

La fase conceptual té dues subfases: **(1)** recollida i abstracció de requisits, i **(2)** elaboració de l'esquema conceptual amb un model de dades concret.

5.3. Captura i abstracció dels requisits

Els usuaris sovint només tenen una idea molt general del que necessiten. El dissenyador ha de:

- distingir l'**essencial** de l'**accessori**,
- ajudar a descobrir què necessiten realment (sense decidir per ells),
- fer moltes entrevistes a tots els nivells,
- examinar la documentació del client,
- observar els processos,
- presentar una **anàlisi completa** dels requisits (l'**informe d'anàlisi i disseny de BD**).

6. Cas pràctic: "Connecta", una xarxa social de proximitat

6.1. Requisits recollits

1. Servei de publicació

- Es poden publicar continguts (textos, fotos, vídeos, àudios, enllaços…) dins dels grups de la xarxa.
- Cal un **compte d'usuari**, que serveix també per a l'aplicació mòbil, el web, la missatgeria i els esdeveniments; és vàlid per a tota la xarxa.
- Es crea en línia, amb dades personals (nom, cognoms, correu, data de naixement…).
- Els grups són **locals**: es creen en una població i tota publicació es fa dins d'un grup.
- Es poden fer **reaccions i comparticions** de les publicacions dels altres usuaris.

2. Normativa

- El compte és personal i intransferible.
- Els menors de 14 anys (i els majors sense DNI) necessiten autorització dels pares o tutors.
- Cal comunicar canvis de domicili o la pèrdua d'accés al compte.
- Màxim **10 promocions** simultànies per usuari: **3 dies** les promocions normals, **1 dia** les destacades i les patrocinades.
- Una publicació es pot **compartir** si l'autor no n'ha restringit la difusió (des de l'aplicació, el web o per correu).
- Contingut ofensiu o brossa (*spam*) → suspensió de la possibilitat de publicar durant un temps. Contingut il·legal → eliminació de la publicació i possible baixa del compte.
- Exclosos de promoció: les publicacions de menors, les denunciades, les privades i les que la xarxa decideixi.
- Altres tipus de promoció: **destacada** (1,20 €) i **patrocinada** (1,50 €).

3. Consulta de continguts

- Cerca per: codi, text, paraula clau del text, usuari autor, tema.
- Àmbits: un grup, una població, una comarca.
- Filtres: idioma, format, data de publicació.

6.2. Identificació d'entitats

Format de documentació:

```
ENTITAT1 (Atribut1, Atribut2, ...)
```

Primera aproximació:

```
GRUP(Poblacio, Comarca)
PUBLICACIO(Format, Mida, ExclosPromocio, Codi, Text, Enllac, Tema,
 ↪  Idioma, DataPublicacio, Lloc)
USUARI(DNI, Nom, Cognoms, Correu, DataNaixement, Alias,
 ↪  DataFinalSuspensio)
```

Depuració: hi haurà moltes poblacions i comarques repetides, i el mateix passa amb format, lloc, tema i idioma. Convé convertir-los en **entitats pròpies**: reduïm la redundància i podem reutilitzar-les en altres relacions.

Resultat:

```
GRUP(Nom, Descripcio, Privacitat)
PUBLICACIO(Codi, Text, Enllac, DataPublicacio, Mida, ExclosPromocio)
USUARI(Alias, DNI, Nom, Cognoms, Correu, DataNaixement,
 ↪  DataFinalSuspensio)
POBLACIO(Nom)
COMARCA(Nom)
FORMAT(Descripcio)
LLOC(Nom, Tipus)
TEMA(Descripcio)
IDIOMA(Descripcio)
```

> Tot allò que **no** surt dels documents originals (p. ex. afegir atributs a GRUP) s'ha de **validar** amb el client. En canvi, les decisions purament tècniques (convertir un atribut en entitat) no.
>
> Per poc complex que sigui el món real, normalment hi ha **diversos models vàlids** (equivalents o orientats a finalitats diferents).

6.3. Designació d'interrelacions

Format:

```
Interrelacio (Atribut1, Atribut2, ...), entre ENTITATi i ENTITATj
```

```
Promocio(Data, Tipus, Preu), entre USUARI i PUBLICACIO
Comparticio(Data),           entre USUARI i PUBLICACIO
Reaccio(Data),               entre USUARI i PUBLICACIO
Autoria,                     entre USUARI i PUBLICACIO
Allotja,                     entre GRUP i PUBLICACIO
Esta,                        entre GRUP i POBLACIO
```

```
Pertany,                    entre POBLACIO i COMARCA
Te1,                        entre FORMAT i PUBLICACIO
Te2,                        entre LLOC i PUBLICACIO
Versa,                      entre TEMA i PUBLICACIO
Expressat,                  entre IDIOMA i PUBLICACIO
Viu,                        entre USUARI i POBLACIO
```

Si un nom es repeteix en més d'una interrelació (com `Te`), es **numeren** correlativament (`Te1`, `Te2`).

6.4. Establiment de claus

- **Claus candidates:** atributs o conjunts que podrien ser clau primària.
- Quan se'n tria una, la resta són **claus alternatives**.
- Una clau primària **no pot admetre nuls**.

Decisions a "Connecta":

Entitat	Clau	Motiu
`PUBLICACIO`	`Codi`	El text es pot repetir entre publicacions
`COMARCA`, `POBLACIO`	`Nom`	
`FORMAT`, `TEMA`, `IDIOMA`	`Descripcio`	
`LLOC`	`Codi` (nou)	`Nom` es podria repetir entre dos llocs (hi ha moltes «Plaça Major»)
`USUARI`	`Alias`	`DNI` no val: els menors poden no tenir-ne (nuls)
`GRUP`	`Nom` de `POBLACIO` + `Nom` de `GRUP`	**Entitat feble** de `POBLACIO`: el nom d'un grup es repeteix (hi ha molts «Amics del Poble»)

6.5. Establiment de cardinalitats

```
Promocio(Data, Tipus, Preu),  USUARI -- PUBLICACIO : M-N
Comparticio(Data),            USUARI -- PUBLICACIO : M-N
Reaccio(Data),                USUARI -- PUBLICACIO : M-N
Autoria,                      USUARI -- PUBLICACIO : 1-N
Allotja,                      GRUP   -- PUBLICACIO : 1-N
Esta,                      GRUP   -- POBLACIO   : N-1   (GRUP és feble)
Pertany,                      POBLACIO -- COMARCA  : N-1
Te1,                          FORMAT -- PUBLICACIO : 1-N
Te2,                          LLOC   -- PUBLICACIO : M-N
Versa,                        TEMA   -- PUBLICACIO : 1-N
Expressat,                    IDIOMA -- PUBLICACIO : M-N
Viu,                          USUARI -- POBLACIO   : N-1
```

6.6. Restriccions de participació i límits

La **participació** d'una entitat és **total** si cada instància participa com a mínim una vegada, i **parcial** en cas contrari.

```
Promocio     USUARI (parcial)    -- PUBLICACIO (parcial) : M-N
Comparticio  USUARI (parcial)    -- PUBLICACIO (parcial) : M-N
Reaccio      USUARI (parcial)    -- PUBLICACIO (parcial) : M-N
Autoria      USUARI (parcial)    -- PUBLICACIO (total)   : 1-N
Allotja      GRUP (parcial)      -- PUBLICACIO (total)   : 1-N
Esta         GRUP (total)        -- POBLACIO (parcial)   : N-1
Pertany      POBLACIO (total)    -- COMARCA (total)      : N-1
Te1          FORMAT (parcial)    -- PUBLICACIO (total)   : 1-N
Te2          LLOC (total)        -- PUBLICACIO (parcial) : M-N
Versa        TEMA (parcial)      -- PUBLICACIO (total)   : 1-N
Expressat    IDIOMA (total)      -- PUBLICACIO (total)   : M-N
Viu          USUARI (total)      -- POBLACIO (parcial)   : N-1
```

A més, `Promocio` té un **límit màxim de 10** promocions simultànies per usuari.

Format final de documentació:

```
Interrelacio (Atribut1, ...), entre ENTITATi (participacio) i ENTITATj
 ↪  (participacio): tipus_de_cardinalitat
```

6.7. Elaboració del diagrama ER

Bona pràctica: **anar de menys a més**.

1. Primer, l'**esquelet**: només entitats i interrelacions.
2. Després, afegir **cardinalitats i restriccions de participació**.
3. Finalment, afegir **tots els atributs i claus**.

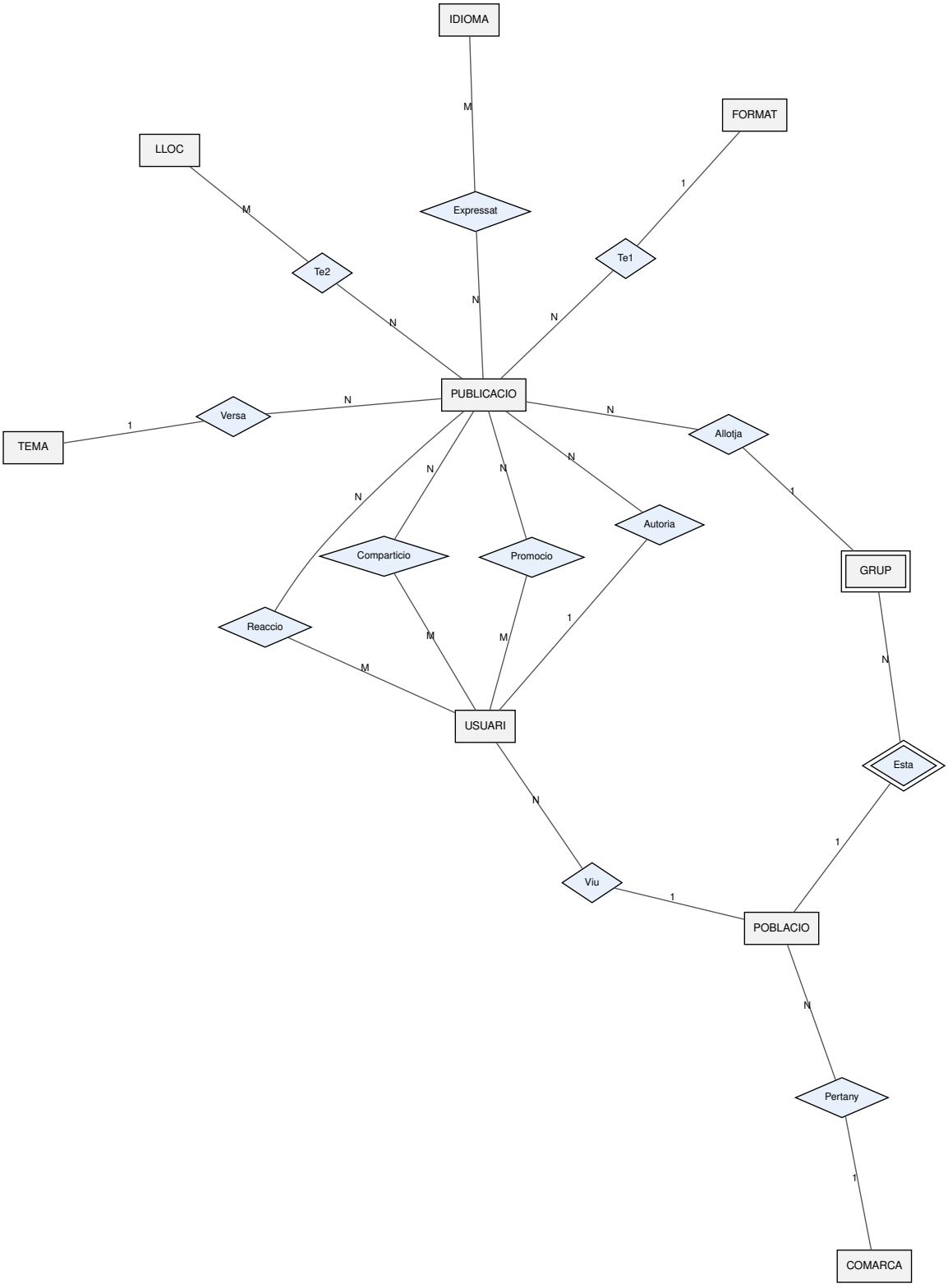

Figura 11: Esquelet del diagrama ER de "Connecta": entitats, interrelacions i cardinalitats

Cada vegada s'usa més el model **UML** de dades, especialment en projectes amb programació orientada a objectes.

7. Extensions del model ER

Algunes situacions no es poden representar amb les construccions bàsiques. Les extensions són: **especialització**, **generalització** i **agregació**.

7.1. Especialització i generalització

Especialització (disseny descendent)

Una **entitat superclasse** conté les característiques comunes; les **subclasses** recullen característiques específiques d'una part de les instàncies. Les instàncies d'una subclasse són **alhora** instàncies de la superclasse.

Exemple: `VENEDOR` s'especialitza en:

- `VENEDOR_BOTIGA` (`Botiga`, `Torn`)
- `VENEDOR_ONLINE` (`Plataforma`, `ComissioOnline`)

Generalització (disseny ascendent)

Es detecten **similituds** entre entitats existents i se sintetitzen en una superclasse.

Exemple: `CLIENT` i `VENEDOR` són persones, amb nom, cognoms, telèfon… → creem `PERSONA` com a superclasse amb els atributs i interrelacions comunes (p. ex. `Viu` amb `LOCALITAT`).

> **El resultat és idèntic**; només canvia el procés (de dalt a baix o de baix a dalt).
> La notació és la mateixa.

Herència de propietats

Les subclasses **hereten** atributs i interrelacions de la superclasse.

- **Jerarquia d'entitats:** una entitat és subclasse d'una estructura i superclasse d'una altra.
- **Herència múltiple:** una subclasse hereta de la seva superclasse **i** de les de nivells superiors.

Exemple: `VENEDOR_BOTIGA` i `VENEDOR_ONLINE` hereten de `VENEDOR` i de `PERSONA`, però **no** de `CLIENT`.

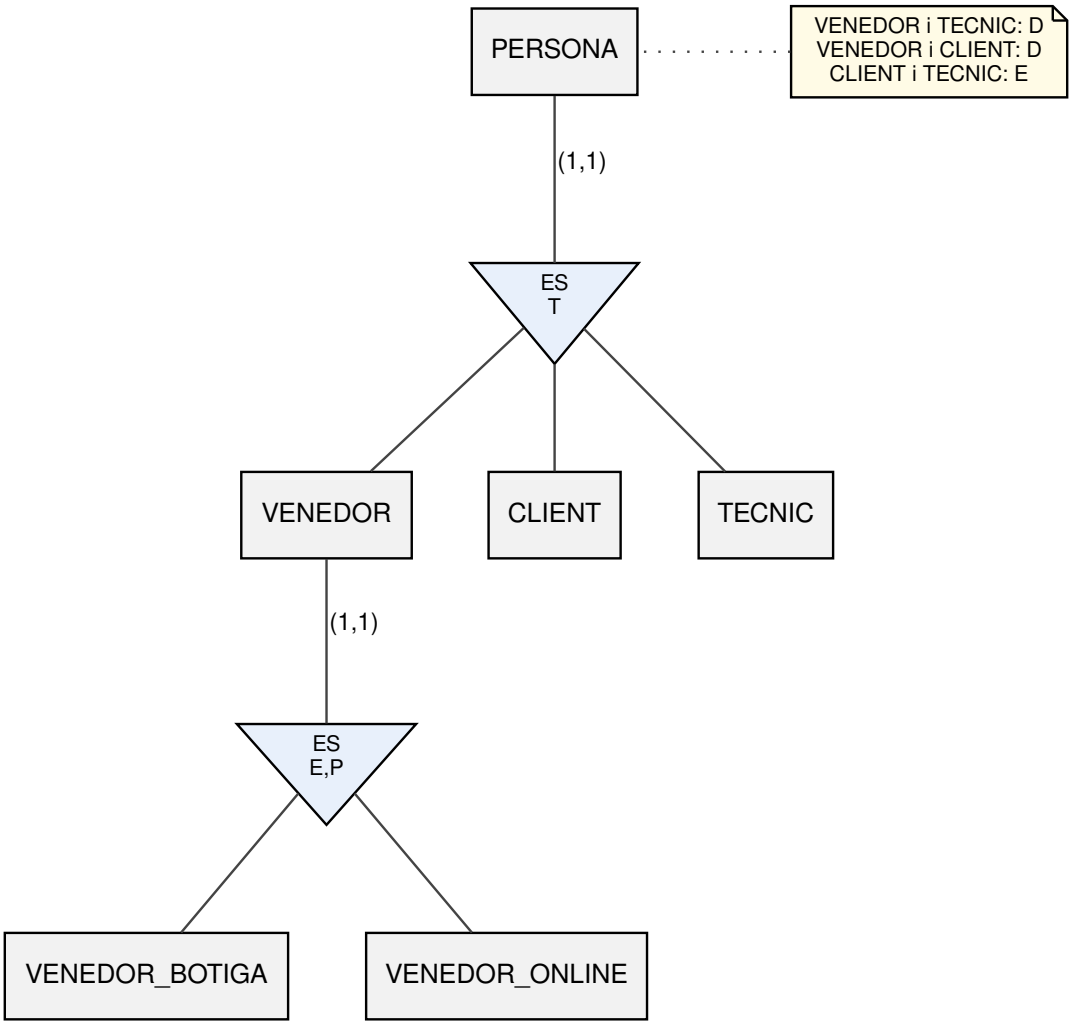

Figura 12: Jerarquia d'entitats amb especialització i generalització

Restriccions

Primer tipus (pot una instància pertànyer a més d'una subclasse?):

Tipus	Significat	Etiqueta
Disjuntes	No pot estar en dues subclasses	D
Encavalcades	Sí que pot	E

Segon tipus (tota instància de la superclasse ha d'estar en alguna subclasse?):

Tipus	Significat	Etiqueta
Totals	Sí, com a mínim en una	T
Parcials	Pot no estar en cap	P

Combinacions possibles (separades per coma): **D,T · D,P · E,T · E,P**.

Exemples:

- **D,T** per a `PERSONA` → `VENEDOR` / `CLIENT`: un venedor no pot ser client, i la BD només registra venedors i clients.
- **E,P** per a `VENEDOR` → `VENEDOR_BOTIGA` / `VENEDOR_ONLINE`: un venedor pot ser les dues coses, i n'hi pot haver d'altres canals (p. ex. el telefònic).

Restriccions mixtes: quan les restriccions són diferents entre parells de subclasses, cal una **especificació textual**. Exemple amb `VENEDOR`, `CLIENT` i `TECNIC`:

```
Totes tres: totals
VENEDOR i TECNIC  → D
VENEDOR i CLIENT  → D
CLIENT i TECNIC   → E
```

Notació

- Un **triangle** amb l'etiqueta **ES** (indica que tota instància de la subclasse és també instància de la superclasse). S'hi han d'afegir les restriccions: `ES D,T`, `ES E,P`…
- Límits de cardinalitat recomanables:
  - `1..1` a la línia de la **superclasse**.
  - `0..1` a la línia de cada **subclasse**.

7.2. Agregacions d'entitats (entitats associatives)

Les regles bàsiques no permeten que una **interrelació participi en una altra interrelació**. L'**agregació** resol això: tracta una interrelació com si fos una **entitat de nivell superior** que agrupa les entitats que associa. Ha de tenir **el mateix nom** que la interrelació.

Exemple: `Interessa` (N:M entre `CLIENT` i `CATEGORIA`). Volem saber quin `VENEDOR` assessora un client en una categoria.

- *Opció A (dolenta):* ternària `Assessora` entre `CLIENT`, `CATEGORIA` i `VENEDOR`. Té **redundància** (cada combinació d'`Assessora` ja és a `Interessa`), i no podem eliminar `Interessa` perquè hi ha clients interessats en una categoria sense venedor assessor.
- *Opció B (bona):* agregació `INTERESSA` (formada per `CLIENT`--`Interessa`--`CATEGORIA`) i una interrelació binària **1-N** `Assessora` entre `VENEDOR` i `INTERESSA`.

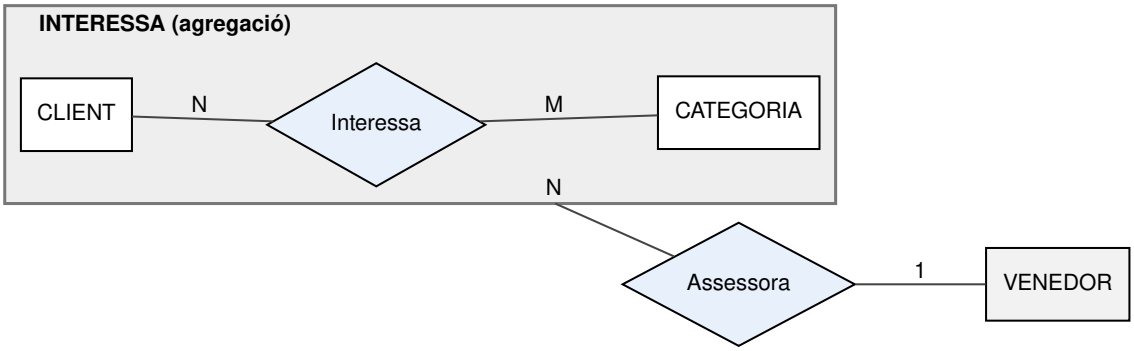

Figura 13: Agregació INTERESSA relacionada amb VENEDOR mitjançant Assessora

Agregació vs. entitat feble

L'agregació **engloba** les entitats febles: tota entitat feble es pot substituir per una agregació, però no al revés. Tot i això, **es mantenen les febles** perquè són més simples i solen ser suficients.

Exemple: `PRODUCTE` (feble de `FABRICANT`) → es pot substituir per una agregació de la relació entre `FABRICANT` i una nova entitat `REFERENCIA` (que guarda `P1, P2…`), i enllaçar l'agregació amb `VENEDOR` mitjançant `Gestiona`.

Notació

- Un **requadre** que inclou les entitats participants.
- Des d'una altra interrelació es dibuixa una fletxa (simple = 1, doble = N) cap al rombe de l'agregació o cap al requadre sencer, com si fos una entitat.
- Sovint s'inclou al requadre només el **rombe** de la interrelació original.

8. Cas pràctic: BD d'una comercial de productes informàtics

8.1. Requisits

- Les persones s'identifiquen pel **DNI** (o document equivalent).
- També cal: nom i cognoms, adreça, **un** telèfon i data de naixement.
- Cal la **localitat de residència**; la BD ha de poder tenir localitats on no visqui ningú.
- Tota persona és, com a mínim, d'**un** d'aquests subtipus: venedor, client o personal tècnic.
- Només una relació laboral amb l'empresa → venedor i tècnic són **disjunts**.
- Els venedors **no** poden comprar a l'empresa al seu nom (per evitar conflictes amb les comissions) → venedor i client són **disjunts**.
- Els tècnics **sí** que poden comprar fora del seu horari laboral → tècnic i client són **encavalcats**.
- Cal registrar el **sou** de venedors i tècnics.
- Cada venedor està assignat a **un** departament; cada departament té **un** venedor coordinador.
- Cal saber quins venedors són **de botiga** (botiga i torn) o **en línia** (plataforma i comissió). Poden ser les dues coses o cap (p. ex. venedors telefònics).
- Els clients poden tenir **interès** en categories de producte, i alguns tenen un **venedor assessor**.
- Hi ha **fabricants** amb els seus productes. Les referències (`P1`, `P2`…) es repeteixen entre fabricants.
- Un producte pot tenir **accessoris compatibles** (que són altres productes).
- Cada producte té un venedor encarregat de la **gestió** (un venedor en pot gestionar diversos).
- Cada client pot haver estat **recomanat per un altre client per a cada producte** (un client pot ser recomanador de diversos productes).
- Cal registrar les **compres** per campanya i la **quantitat**.

8.2. Entitats i atributs resultants

Entitat	Atributs (clau subratllada: **negreta**)
`DEPARTAMENT`	**CodiDepartament**, NomDepartament
`LOCALITAT`	**CodiLocalitat**, NomLocalitat
`PERSONA`	**DNI**, Nom, Cognoms, Adreça, Telefon, DataNaixement
`VENEDOR` (subclasse de `PERSONA`)	**DNI**, Sou
`TECNIC` (subclasse de `PERSONA`)	**DNI**, Sou
`CLIENT` (subclasse de `PERSONA`)	**DNI**
`VENEDOR_BOTIGA` (subclasse de `VENEDOR`)	**DNI**, Botiga, Torn
`VENEDOR_ONLINE` (subclasse de `VENEDOR`)	**DNI**, Plataforma, ComissioOnline
`CATEGORIA`	**CodiCategoria**, NomCategoria
`CAMPANYA`	**CodiCampanya**
`FABRICANT`	**CodiFabricant**, NomFabricant
`PRODUCTE` (**feble** de `FABRICANT`)	*ReferenciaProducte* (discriminant), NomProducte

8.3. Decisions de modelització

Requisit	Solució	Per què
Subclasses de PERSONA	Generalització **totals**, amb restriccions mixtes especificades textualment	Disjuntes entre venedor--client i venedor--tècnic; encavalcades client--tècnic
Subclasses de VENEDOR	Especialització **E,P**	Pot ser de botiga i en línia alhora; n'hi ha d'altres canals
DEPARTAMENT -- VENEDOR	**Dues** interrelacions: `Coordina` (1:1) i `Treballa` (1:N)	Són dues realitats diferents
Localitat de residència	Entitat independent LOCALITAT + `Viu`	Evita redundància i permet localitats sense residents
Assessors	Agregació sobre `Interessa` + `Assessora` (1-N amb VENEDOR)	Evita la redundància de la ternària
Recomanacions	Interrelació **recursiva ternària** `Recomana` (1:M:N)	Relaciona recomanador, recomanat i producte
Accessoris	Interrelació **recursiva binària** `Compatible` (M:N)	Producte amb producte
Compra	Ternària **M:N:P** `Compra` (CAMPANYA, CLIENT, PRODUCTE) amb atribut `Quantitat`	Permet repetir producte en campanyes diferents
Gestió de productes	`Gestiona` 1-N entre VENEDOR i PRODUCTE	

9. Decisions de disseny

El model ER és molt **flexible**: una mateixa realitat es pot modelar de maneres diferents. El dissenyador ha de decidir en aquests àmbits:

1. Entitats o atributs
2. Entitats o interrelacions
3. Interrelació n-ària o diverses binàries
4. Ubicació dels atributs de les interrelacions
5. Ús de l'entitat DATA

9.1. Entitat o atribut?

Exemple: l'`Enllac` de PUBLICACIO es pot convertir en entitat ENLLAC (`Codi`, `Url`) amb una interrelació `EnllacPublicacio` 1-N amb PUBLICACIO. Té sentit perquè:

- un mateix enllaç pot aparèixer en **moltes publicacions** (els continguts virals),
- es pot compartir en **diversos formats** (text, imatge amb previsualització, vídeo incrustat),
- el mateix enllaç es pot publicar en **diversos grups**.

Avantatges de tractar-ho com a entitat:

- Evita redundàncies (estalvia espai, redueix errors, millora consultes i coherència).
- Permet assignar cardinalitat (1 o N) **sense atributs multivaluats**.

- Permet afegir **informació addicional** (nous atributs o interrelacions): p. ex. `NombreHabitants` a `POBLACIO` o una interrelació `Capital` entre `COMARCA` i `POBLACIO`.

Però no sempre és millor:

- Si l'atribut no té valors repetits, normalment és millor un atribut (resultat més compacte: 1 objecte en comptes de 2 entitats + 1 interrelació).
- Només té sentit quan aporta alguna utilitat. *Exemple:* tractar el nom propi de l'usuari com a entitat només complicaria l'esquema.

9.2. Entitat o interrelació?

- **Entitats** → objectes del món real (físics o abstractes); es denoten amb **substantius**.
- **Interrelacions** → accions o processos entre entitats; es denoten amb **verbs**.

Exemple: `Promocio(Data, Tipus, Preu)` com a interrelació té un problema: `Tipus` i `Preu` només tenen tres combinacions possibles:

Tipus	Preu
promoció normal	gratuïta
destacada	1,20 €
patrocinada	1,50 €

Es repetirien a cada promoció, ocupant espai i deixant la consistència en mans dels usuaris. **Solució:** crear l'entitat `TIPUS_PROMOCIO` (`Tipus` com a clau, `Preu`) i una ternària M-N-P entre `USUARI`, `PUBLICACIO` i `TIPUS_PROMOCIO` que només tingui `Data`.

9.3. Interrelació n-ària o binàries?

Algunes interrelacions que semblen ternàries són millor com a **binàries**.

Exemple: fill -- pare -- mare (N-1-1). Millor dues binàries (fill--pare i fill--mare), N-1 cadascuna: així es pot registrar la maternitat encara que no consti la paternitat.

Una ternària M-N-P **sempre es pot** representar amb tres binàries (no vol dir que sigui recomanable):

1. Convertir la interrelació en una **entitat** (amb clau pròpia i els atributs originals).
2. Crear **n interrelacions binàries** entre la nova entitat i cadascuna de les n entitats originals.

Per què normalment no convé:

- Afegeix complexitat i necessitats d'emmagatzematge.
- Una n-ària mostra més clarament les entitats associades.
- **Si alguna cardinalitat és 1, mai no s'ha d'usar** aquesta alternativa: es perd significat. Exemple: venedor--campanya--botiga (M-N-1). Amb binàries no es podria expressar que un venedor només té **una** botiga per campanya.

9.4. Ubicació dels atributs de les interrelacions

Binàries 1-1 i 1-N

Un atribut es pot posar a la interrelació o a una de les entitats:

- **1-1:**
  - Si no se sap de qui depèn l'existència, és indiferent.
  - Si una entitat és **opcional** (com `POBLACIO` a `Capital`: la majoria de poblacions no són capital), l'atribut va a la **interrelació** o a l'entitat **obligatòria** (`COMARCA`); mai a l'opcional (generaria molts nuls).
- **1-N:** l'atribut va a la interrelació o a l'entitat del costat **N**. **Mai** a l'entitat del costat **1**: tots els elements relacionats tindrien el mateix valor. *Exemple:* `EstatModeracio` a `Allotja` (`GRUP--PUBLICACIO`) → posar-ho a `PUBLICACIO` (costat N) és correcte; a `GRUP` (costat 1) indicaria que totes les publicacions del grup tenen el mateix estat de moderació.

Binàries M-N i n-àries

No hi ha equivalències:

- Si l'atribut descriu una característica d'una entitat → depèn **directament d'aquesta**.
- Si el valor depèn d'una **combinació d'instàncies** de les entitats participants → només pot anar a la **interrelació**.

Exemple: `Data` a `Promocio`.

9.5. L'entitat DATA

Amb `Promocio(Data)` entre `USUARI`, `PUBLICACIO` i `TIPUS_PROMOCIO`, un usuari només podria promocionar una mateixa publicació una sola vegada, amb una única data. Això és un **error de disseny**.

Solució: afegir l'entitat abstracta `DATA` a la interrelació amb cardinalitat **N** (la ternària passa a **quaternària**). Així es poden registrar promocions del mateix tipus, mateixa publicació i mateix usuari en dates diferents.

- `DATA` és abstracta: no existeix com a tal al món real, ni acabarà com a taula pròpia.
- **Només s'usa quan la cardinalitat és N.** Si ha de ser 1, és millor un atribut de la interrelació.
- Si volem hores → `HORA`; dates i hores → `DATA_HORA`.

10. Paranys de disseny

Els **paranys de disseny** són conceptualitzacions errònies del món real durant el disseny conceptual, amb repercussions negatives en la modelització i la implementació. Poden impedir representar les dades o fer certes consultes.

10.1. Encadenament erroni d'interrelacions binàries 1-N

Passa quan A està associada amb B, i B amb C, i s'associa directament A amb C aplicant erròniament la transitivitat → es pot **perdre informació**.

- **Correcte:** `USUARI` --*Viu*(N-1)→ `POBLACIO` --*Pertany*(N-1)→ `COMARCA`.
- **Incorrecte:** `USUARI` --*Viu*→ `COMARCA` --*Pertany*→ `POBLACIO`: no se sap a quina **població** viu cada usuari.

Un altre cas: encara que no es perdi informació, la modelització pot ser **ineficient**. Si es lliga `POBLACIO` amb `COMARCA` **a través d'`USUARI`**, en esborrar usuaris es perd l'associació població--comarca (i no es pot registrar si no hi viu ningú).

10.2. Ús incorrecte d'interrelacions binàries M-N

Dues binàries M-N encadenades són errònies si al món real hi ha una associació entre les entitats dels dos extrems. *Exemple:* `USUARI`--`PUBLICACIO`--`TIPUS_PROMOCIO` només permet saber quines publicacions admeten cada tipus de promoció, però no quin tipus s'aplica a cada promoció.

Solució: una única **ternària M-N-P**.

10.3. Falses interrelacions ternàries

Si una ternària té una entitat amb cardinalitat **1**, cal estudiar-ho: potser aquesta entitat només està relacionada amb **una** de les altres.

Exemple: `Viu` com a ternària entre `USUARI`, `POBLACIO` i `COMARCA` és innecessària. Basta encadenar (correctament) `USUARI`--`POBLACIO` i `POBLACIO`--`COMARCA`.

Si l'entitat connectada amb un 1 només té un atribut, sovint és millor tractar-la com a **atribut de la interrelació**.

11. Resum de notació

Element	Representació
Entitat	Rectangle, nom en MAJÚSCULES i singular
Entitat feble	Rectangle de doble línia
Atribut	El·lipse
Atribut multivaluat	El·lipse de doble traç
Atribut derivat	El·lipse de traç discontinu
Atribut compost	El·lipse unida a les de les seves parts
Clau primària	Atribut(s) subratllat(s)
Discriminant (entitat feble)	Subratllat amb línia discontínua
Interrelació	Rombe
Interrelació d'identificació	Rombe de doble línia
Connectivitat	Etiqueta `1`, `N`, `M`… (o fletxes) a cada línia
Límits de cardinalitat	`mín..màx` (o `(mín,màx)`) a cada línia
Entitat opcional	Cercle a la línia
Entitat obligatòria	Guionet perpendicular a la línia
Interrelació recursiva	Dues línies cap a la mateixa entitat
Rols	Etiqueta de text a cada línia
Especialització / generalització	Triangle amb ES (`+ D/E`, `T/P`)
Agregació	Requadre al voltant de la interrelació i les entitats

Tipus de connectivitat

Grau	Tipus possibles
Binària	1:1, 1:N, N:M
Ternària	1:1:1, 1:1:N, 1:M:N, M:N:P
n-ària	n + 1 tipus

Fases del disseny

Fase	Resultat	Depèn del SGBD?
Conceptual	Esquema ER	No
Lògica	Esquema relacional (taules, PK, FK)	Del tipus de model
Física	Índexs, espai, eficiència	Sí

Índex de figures

1 Entitat CLIENT 1
2 Entitat CLIENT amb els seus atributs (DNI és la clau primària) 2
3 Tipus d'atributs: clau primària, compost, multivaluat i derivat 3
4 Interrelació Compra entre CLIENT i PRODUCTE, amb l'atribut Quantitat . . 4
5 Interrelació ternària Compra entre CLIENT, PRODUCTE i CAMPANYA . . . 5
6 Exemples de connectivitat 1:1, 1:N i N:M 6
7 Interrelació Coordina amb límits de cardinalitat i dependència d'existència . . 8
8 Interrelacions recursives: Compatible (binària) i Recomana (ternària) 9
9 Entitat feble PRODUCTE identificada a través de FABRICANT 10
10 Fases del disseny de bases de dades 11
11 Esquelet del diagrama ER de "Connecta": entitats, interrelacions i cardinalitats 18
12 Jerarquia d'entitats amb especialització i generalització 20
13 Agregació INTERESSA relacionada amb VENEDOR mitjançant Assessora . 22

Versions d'aquest document

- HTML
- PDF
- ODT
- MD

Domini Públic (CC0)