GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Educació, Cultura i Esport

ceedcv CENTRE ESPECÍFIC D'EDUCACIÓ A DISTÀNCIA DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UD 3. MODELO RELACIONAL

Parte 2. Normalización

Bases de Datos (DAW/DAM)

CFGS Desarrollo de Aplicaciones Web (DAW)

CFGS Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma (DAM)

Abelardo Martínez y Pau Miñana

Curso 2023-2024

Créditos

- Apuntes realizados por Abelardo Martínez y Pau Miñana.
- Basados y modificados de Sergio Badal (www.sergiobadal.com) y Raquel Torres.
- Las imágenes e iconos empleados están protegidos por la licencia LGPL y se han obtenido de:
  - https://commons.wikimedia.org/wiki/Crystal_Clear
  - https://www.openclipart.org

Contenidos

¿Qué veremos en esta parte?

- Dependencias
- Formas normales
- Actividades propuestas (no evaluables)
  - Boletín C

Contenidos

1. ¿QUÉ ES LA NORMALIZACIÓN?
2. DEPENDENCIAS
3. PRIMERA FORMA NORMAL
4. SEGUNDA FORMA NORMAL
5. TERCERA FORMA NORMAL
6. MÁS FORMAS NORMALES
7. EJEMPLO COMPLETO
8. BIBLIOGRAFÍA

1. ¿QUÉ ES LA NORMALIZACIÓN?

¿Qué es la normalización?

La **normalización** es un proceso de refinamiento para comprobar la calidad de nuestro modelo verificando que las relaciones o tablas del modelo Relacional obtenido no tienen redundancias ni inconsistencias. Este proceso, realizado correctamente, puede incluso corregir algunos fallos cometidos en el esquema E-R.

El proceso de normalización consiste en la aplicación de una serie de reglas que nos sirven para verificar, y en algunas ocasiones modificar, nuestro modelo relacional.

Para ello, vamos a aplicar las siguientes **fases de la normalización** (existen más fases pero se salen de los objetivos de este curso):

- Primera forma normal → **1FN**
- Segunda forma normal → **2FN**
- Tercera forma normal → **3FN**

Proceso de normalización

El proceso de normalización se realizará de la siguiente forma:

1) Primero comprobaremos que todas nuestras relaciones o tablas están en 1FN y, si no es así, realizaremos los cambios necesarios para que así sea.
2) Una vez lo tenemos todo en 1FN aplicaremos las reglas para ver si están en 2FN y así sucesivamente.
3) Por último, si decimos que nuestro modelo está en 3FN, ya sabemos que cumple 1FN, 2FN y 3FN.

Ten en cuenta que después de normalizar el diseño, en algunas ocasiones se desnormaliza algún aspecto por cuestiones de rendimiento, uso o por simplificación de algunas consultas complejas.

Antes de comenzar a ver las reglas de la normalización debemos conocer el concepto de dependencia funcional y sus tipos.

2. DEPENDENCIAS

Dependencia funcional

Un atributo B depende funcionalmente de otro atributo A si a **cada valor de A** le corresponde un **único valor de B**. Se dice que A implica B o lo que es lo mismo **A→B**. En este caso A recibe el nombre de **implicante**.

Luego cuando tenemos un atributo A que implica B (A→B) es lo mismo que decir que B depende funcionalmente de A.

Por **ejemplo**, en la siguiente tabla Personas podemos tener:

Personas (DNI, Nombre, Fecha_Nacimiento)

- Podemos decir que DNI → Nombre, ya que un DNI se corresponde con un único Nombre, es decir, a través del DNI podemos localizar el nombre de la persona a la que pertenece.

Dependencia funcional completa

Dado un conjunto de atributos A formado por a_1, a_2, a_3, etc. (estos atributos formarán una clave primaria compuesta) existe una dependencia funcional completa cuando **B depende de A pero no de un subconjunto de A**.

Por **ejemplo**, cuando tenemos una tabla de Compras de la siguiente forma:

Compras (Referencia_Producto, Código_Proveedor, Dirección_Proveedor, Cantidad, Precio)

- En este caso, nuestra clave primaria está formada por dos campos: la Referencia_Producto y el Código_Proveedor. Debemos comprobar si todos los demás atributos tienen una dependencia funcional de toda la clave primaria.
- Podemos observar que la *Dirección_Proveedor*, no dependerá de ambos, sino solamente del Código_Proveedor, luego para ese atributo no existiría dependencia funcional completa.
- Sin embargo, el resto de los campos -tanto la Cantidad, como el Precio acordado- dependen del conjunto; es decir, dependen completamente de la clave.

Dependencia transitiva

Este tipo de dependencia implica a tres atributos. Cuando existe una dependencia A→B y a su vez tenemos que B→C, podemos decir que existe una dependencia funcional transitiva entra A y C.

Por **ejemplo**, si tenemos una tabla de Productos como la siguiente:

Productos (Referencia_Producto, Nombre, Precio, Stock, Fabricante, País)

- Aquí podemos encontrar que el *Fabricante* depende de la *Referencia_Producto*, es decir: Referencia_Producto → Fabricante
- Y, por otro lado, el *País* también depende del *Fabricante*, luego: Fabricante → País.
- Con estas dos dependencias, aunque obviamente Referencia_Producto → País, podemos afirmar que esta **dependencia es transitiva**.

Diagrama de dependencias

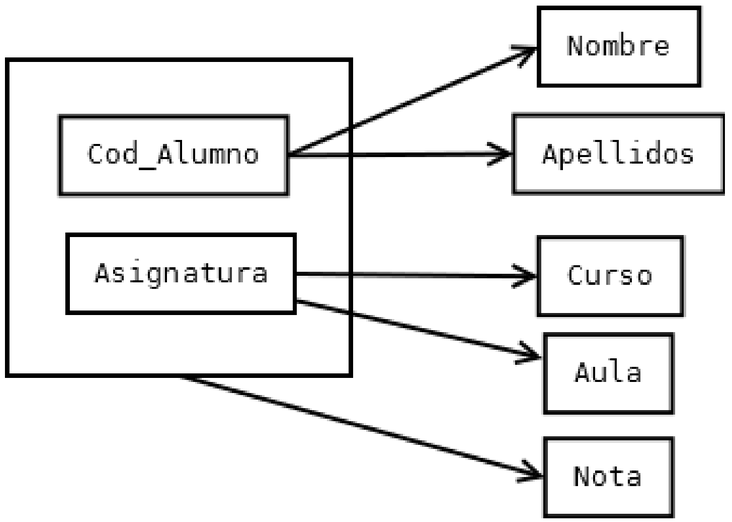
Los diagramas de dependencias muestran todos los atributos de una relación y sus dependencias. Habitualmente **se encierran en una caja el conjunto de atributos de la clave primaria y se unen mediante flechas** los atributos que muestren alguna dependencia entre ellos y también con el conjunto de claves.

Ejemplo. Supongamos que tenemos una relación Alumno en la que representamos los datos de los alumnos y las notas de cada una de las asignaturas en que está matriculado.

Alumno (<u>cod_alumno</u>, nombre, apellidos, <u>asignatura</u>, nota, curso, aula)

Es obvio que no todos los atributos dependen completamente de la CP. Veamos las dependencias funcionales de cada uno de los atributos con respecto a los atributos de la clave:

- cod_alumno → Nombre
- cod_alumno → Apellidos
- asignatura → Curso
- asignatura → Aula
- {cod_alumno, asignatura} → Nota



3. PRIMERA FORMA NORMAL

Primera forma normal

1FN

Una tabla está en 1FN si y solo si los valores que componen cada atributo de una tupla son **atómicos** (ni compuestos, ni multivaluados) **y no derivados**.

Es decir, cada atributo de la relación toma un único valor del dominio correspondiente y no hay valores definidos en función de otros atributos.

¿Cómo realizar la transformación?

Los atributos **derivados** se sustituyen por los atributos de los que dependen si es necesario.

- Por ejemplo, dado que el atributo edad suele ser derivado de la fecha de nacimiento, eliminamos dicho atributo siempre que la fecha de nacimiento esté almacenada, ya que podemos recuperar su valor.

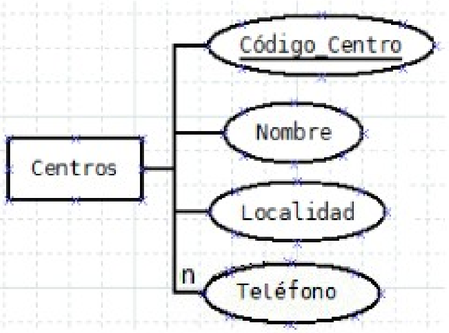
Los atributos **compuestos** se dividen en tantos campos como tenga la composición.

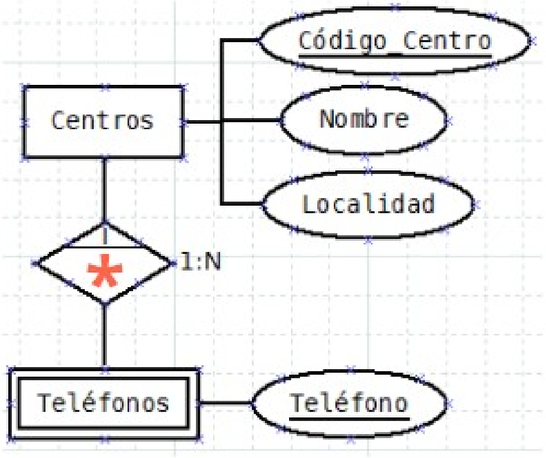
- Por ejemplo, el típico atributo nombre completo se sustituye por nombre y apellidos.

Los atributos **multivaluados** se sustituyen por una relación en ER y se convierten a tablas como proceda.

- Por ejemplo, el típico atributo teléfonos se sustituye por la relación que veremos a continuación.

Ejemplo 1FN





Supongamos que tenemos la siguiente tabla **Centros**.

Código_Centro	Nombre	Localidad	Teléfono
45005467	IES Ribera del Tajo	Talavera de la Reina	925722233 - 925722804
45005239	IES Azarquiel	Toledo	925267843 – 925637843
36003748	IES El Plantío	Huelva	973847284

Nueva tabla **Centros**.

Código_Centro	Nombre	Localidad
45005467	IES Ribera del Tajo	Talavera de la Reina
45005239	IES Azarquiel	Toledo
36003748	IES El Plantío	Huelva

Y una nueva tabla que llamaremos **Teléfonos**.

Código_Centro	Teléfono
45005467	925722233
45005467	925722804
45005239	925267843
45005239	925637843
36003748	973847284

✱ Se puede resolver con los 2 tipos de debilidad:

Identificación: Un teléfono puede pertenecer a varios centros.
(CP son todos los campos)

Existencia: Los teléfono son exclusivos de cada centro.
(CP es sólo el campo multivaluado)

4. SEGUNDA FORMA NORMAL

Segunda forma normal

2FN

Una tabla está 2FN si y solo si está en 1FN y **cada atributo no clave primaria, tiene una dependencia funcional completa** con la clave primaria.

La 2FN se aplica a las relaciones que tienen claves primarias compuestas por dos o más atributos.

Si una relación está en 1FN y su clave primaria es simple, entonces también está en 2FN.

¿Cómo realizar la transformación?

Para pasar una relación que está en 1FN a 2FN hay que **eliminar las dependencias parciales de la clave primaria**.

Para ello, se eliminan los atributos que son parcialmente dependientes y se ponen en una nueva relación y como clave primaria la parte de la que dependen de la clave primaria. Si una tabla con esa clave primaria ya existía se pueden mover allí y no crear una nueva

De esta manera tendremos dos tablas: una con los atributos que dependen de manera completa de la clave y otra tabla con los atributos que solo dependen de una parte de la clave.

Ejemplo 2FN

Podemos ver que como clave principal se ha elegido el conjunto Empleado + Especialidad.

Sin embargo, podemos observar que el atributo Empresa no depende de toda la clave sino solo de parte de ella, en este caso de Empleado.

Supongamos que tenemos la siguiente tabla **Empleados**.

Empleado	Especialidad	Empresa
Juan Velasco	Bases de Datos	IBM
Juan Velasco	Sistemas Linux	IBM
Ana Comarce	Bases de Datos	Oracle
Javier Gil	Sistemas Windows	Microsoft
Javier Gil	Desarrollo .Net	Microsoft

Nueva tabla **Empleados**.

Empleado	Empresa
Juan Velasco	IBM
Ana Comarce	Oracle
Javier Gil	Microsoft

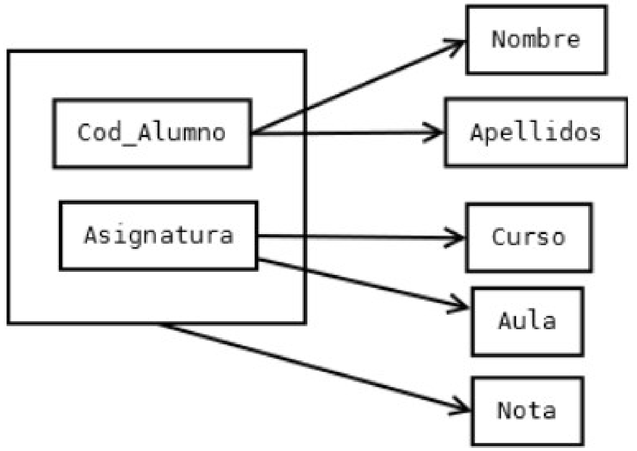
Y una nueva tabla que llamaremos **Emp_especialidad**.

Empleado	Especialidad
Juan Velasco	Bases de Datos
Juan Velasco	Sistemas Linux
Ana Comarce	Bases de Datos
Javier Gil	Sistemas Windows
Javier Gil	Desarrollo .Net

Ejemplo 2FN

Alumnos (<u>cod_alumno</u>, nombre, apellidos, <u>asignatura</u>, nota, curso, aula)

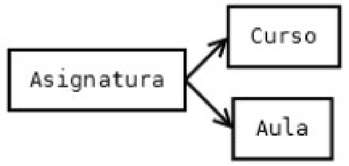
cod_alumno	nombre	apellidos	asignatura	nota	curso	aula
1111	Pepe	García	Lengua I	5	1	15
1111	Pepe	García	Inglés II	5	2	16
2222	María	Suárez	Inglés II	7	2	16
2222	María	Suárez	Ciencias II	7	2	14
3333	Juan	Gil	Plástica I	6	1	18
3333	Juan	Gil	Matemáticas I	6	1	12
4444	Francisco	Montoya	Lengua II	4	2	11
4444	Francisco	Montoya	Matemáticas I	6	1	12
4444	Francisco	Montoya	Ciencias I	8	1	14

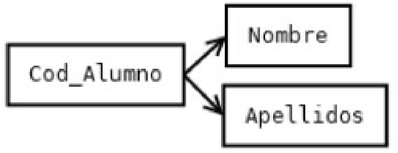


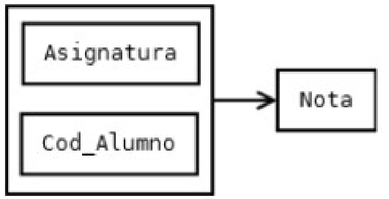
Alumnos (<u>cod_alumno</u>, nombre, apellidos)
CP: cod_alumno
Asignaturas (<u>asignatura</u>, curso, aula)
CP: asignatura
Notas (<u>cod_alumno</u>, <u>asignatura</u>, nota)
CP: {cod_alumno, asignatura}
CAj: cod_alumno → Alumnos (cod_alumno)
CAj: asignatura → Asignaturas (asignatura)

cod_alumno	nombre	apellidos
1111	Pepe	García
2222	María	Suárez
3333	Juan	Gil
4444	Francisco	Montoya

cod_alumno	asignatura	nota
1111	Lengua I	5
1111	Inglés II	5
2222	Ciencias II	7
2222	Inglés II	7
3333	Plástica I	6
3333	Matemáticas I	6
4444	Lengua II	4
4444	Matemáticas I	6
4444	Ciencias I	8







asignatura	curso	aula
Lengua I	1	15
Inglés II	2	16
Ciencias II	2	14
Plástica I	1	18
Matemáticas I	1	12
Lengua II	2	11

5. TERCERA FORMA NORMAL

Tercera forma normal

3FN

Una tabla está en 3FN si está en 2FN y los atributos no-clave no dependen de otros atributos no-clave, es decir **no existen dependencias transitivas de la clave primaria**.

«Todo atributo no clave debe proporcionar información sobre la clave, sobre toda la clave y nada más que la clave… con la ayuda de Codd».

¿Cómo realizar la transformación?

Para eliminar las dependencias transitivas se suele crear una nueva tabla con el campo del que dependen como clave principal.

Como en el caso anterior, en caso que ya exista una tabla con esa CP se puede usar en lugar de usar una nueva.

Ejemplo 3FN

Supongamos que tenemos la siguiente tabla **Torneos**.

Torneo	Año	Ganador	Fecha_Nacimiento_Ganador
Alcores	2008	Javier Gil	20 de Abril de 1990
Estoril	2008	Alberto Sanz	15 de Julio de 1991
Getafe	2008	Jacinto Martín	10 de Enero de 1989
Santa María	2008	Roberto Loaisa	25 de Febrero de 1989
Alcores	2009	Jacinto Martín	10 de Enero de 1989
Estoril	2009	Ignacio Gómez	20 de Septiembre de 1990
Lisboa	2009	Roberto Loaisa	25 de Febrero de 1989
Getafe	2009	Roberto Loaisa	25 de Febrero de 1989
Santa María	2009	Javier Gil	20 de Abril de 1990

- El atributo Ganador depende del nombre del Torneo y del Año del mismo (ambas forman la clave primaria).
- La fecha de nacimiento del ganador no depende de la clave principal, sino que depende del ganador. Aquí podemos ver una dependencia transitiva de la clave principal:
  - Torneo + Año → Ganador
  - Ganador → Fecha_Nacimiento_Ganador

Luego, Fecha_Nacimiento_Ganador depende transitivamente de la clave primaria.

Nueva tabla **Torneos**.

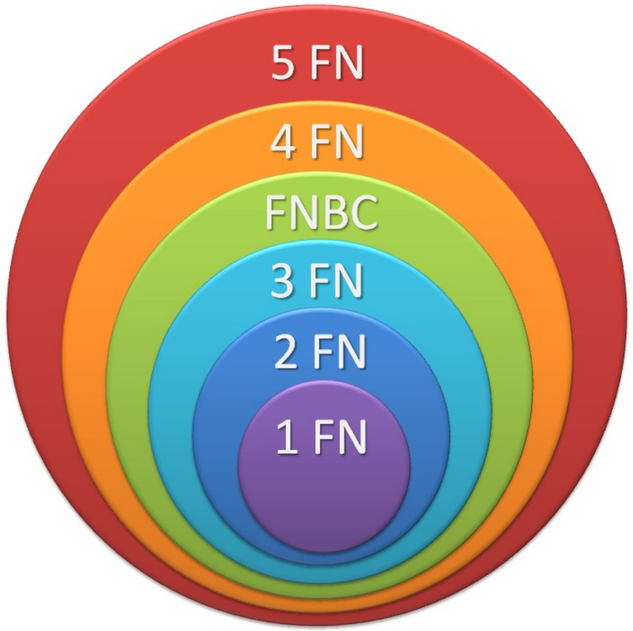
Torneo	Año	Ganador
Alcores	2008	Javier Gil
Estoril	2008	Alberto Sanz
Getafe	2008	Jacinto Martín
Santa María	2008	Roberto Loaisa
Alcores	2009	Jacinto Martín
Estoril	2009	Ignacio Gómez
Lisboa	2009	Roberto Loaisa
Getafe	2009	Roberto Loaisa
Santa María	2009	Javier Gil

Y por otro lado se genera la tabla **Ganadores**.

Ganador	Fecha_Nacimiento_Ganador
Javier Gil	20 de Abril de 1990
Alberto Sanz	15 de Julio de 1991
Jacinto Martín	10 de Enero de 1989
Roberto Loaisa	25 de Febrero de 1989
Ignacio Gómez	20 de Septiembre de 1990

6. MÁS FORMAS NORMALES

Otras formas normales



Además de estas formas normales, existen otras más cuyo estudio es muchas veces más teórico que práctico.

Se pueden demostrar matemáticamente, pero prácticamente no se suelen aplicar al crear un diseño real, por ello no las vamos a tratar en este curso.

https://picodotdev.github.io/blog-bitix/2018/02/las-6-plus-2-formas-normales-de-las-bases-de-datos-relacionales/

7. EJEMPLO COMPLETO

Paso a 1FN

Cliente (n_cliente, nif*, nombre, {factura}^{n})

UK: nif

Producto (n_prod, nombre, ciudad_origen, provincia_origen)

Factura (n_fac, dia, hora, total)

total: suma de los totales de las líneas de la factura.

Línea_F (n_lin, n_fac, n_prod, precio_unidad, cantidad, total)

total = cantidad * precio_unidad

CAj: n_fac → Factura

CAj: n_prod → Producto

Lo primero es eliminar los atributos multivaluados, compuestos y derivados. La relación **Cliente** solo tiene un atributo multivaluado llamado “factura”. Quitamos el atributo de la tabla pero no creamos una nueva, llevamos como clave ajena el n_cliente a la tabla ya existente **Factura**.

Cliente (n_cliente, nif*, nombre)

UK: nif

Factura (n_fac, dia, n_cliente, hora, total)

CAj: n_cliente → Cliente

total: suma de los totales de las líneas de la factura.

Paso a 1FN

Los campos *total* tanto en la **Factura** como en **Linea_F** son derivados y se pueden calcular a través de los otros datos en la BD, con lo que pueden eliminarse.

Aquí se puede optar por desnormalizar estos campos y mantenerlos ya que las facturas no cambian con el tiempo y el cálculo de los totales solo necesita hacerse cuando se introduce la línea, no se actualiza. Además puede resultar útil ordenar facturas por su total y parece un campo que puede ser usado en consultas habitualmente.

Aún así, de momento optamos por normalizar y los eliminamos.

Cliente (n_cliente, nif*, nombre)
UK: nif

Producto (n_prod, nombre, ciudad_origen, provincia_origen)

Línea_F (n_lin, n_fac, n_prod, precio_unidad, cantidad)
CAj: n_fac → Factura
CAj: n_prod → Producto

Factura (n_fac, dia, n_cliente, hora)
CAj: n_cliente → Clente

Paso a 2FN

2FN fuerza que los demás atributos dependan de la CP completa, luego solo las claves compuestas podrían no cumplirlo. Solo necesitamos comprobar **Linea_F**.

n_prod y *cantidad* dependen de la CP completa. En cambio, *precio_unidad* no depende de la CP, sino del **Producto** (*n_prod*), así que lo movemos a esa tabla. Ahora podemos observar que al actualizar los precios de los productos no podremos conocer el valor de las facturas y las líneas antiguas, ya que usan los precios anteriores. Se decide restaurar ambos valores *total* con la restricción que sólo se calculan al introducir los datos y no al actualizar precios. Con esto cada **Factura**/**Linea_F** conservará su *total*.

Cliente (n_cliente, nif*, nombre)
UK: nif

Producto (n_prod, nombre, precio, ciudad_or, provincia_or)

Línea_F (n_lin, n_fac, n_prod, cantidad, total_linea)
CAj: n_fac → Factura
CAj: n_prod → Producto
total_linea= cantidad * precio → (nprod → Producto {n_prod})
Calculado al introducir la línea, no se actualiza con los precios.

Factura (n_fac, dia, n_cliente, hora, total)
CAj: n_cliente → Clente
total: suma totales de líneas de la factura.

Paso a 3FN

Ahora queda eliminar las dependencias transitivas y entre atributos. Se debe hacer un examen exhaustivo, si es necesario mediante diagramas de dependencia de cada relación, pero por simplificación pasamos a señalar directamente estas dependencias transitivas:

- *n_cliente → nombre*. Transitiva a través del nif, pero como éste es clave alternativa no necesita cambios.
- *total_linea* aunque tenga relación con n_prod para su cálculo, **no** depende transitivamente.
- *n_prod → provincia_origen*. Transitiva a través de *ciudad_origen*, una ciudad pertenece a una provincia siempre, con lo que eliminamos la provincia y creamos una tabla para indicar donde están las ciudades.

Cliente (n_cliente, nif*, nombre)
UK: nif

Ciudad (nom_ciudad, provincia)
CAj: ciudad_origen → Ciudad {nom_ciudad}

Línea_F (n_lin, n_fac, n_prod, cantidad, total_linea)
CAj: n_fac → Factura
CAj: n_prod → Producto
total_linea= cantidad * precio → (nprod → Producto {n_prod})
Calculado al introducir la línea, no se actualiza con los precios.

Factura (n_fac, dia, n_cliente, hora, total)
CAj: n_cliente → Clente
total: suma totales de líneas de la factura.

Producto (n_prod, nombre, precio, ciudad_origen)

8. BIBLIOGRAFÍA

Recursos

- Iván López, M.ª Jesús Castellano. John Ospino. Bases de Datos. Ed. Garceta, 2a edición, 2017. ISBN: 978-8415452959
- Matilde Celma, Juan Carlos Casamayor y Laura Mota. Bases de datos relacionales. Ed. Prentice-Hall, 2003
- Cabrera Sánchez, Gregorio. Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. Ed. McGraw-Hill, 1st edition, 1999. ISBN: 8448122313
- Carlos Manuel Martí Hernández. Bases de dades. Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma i Desenvolupament d'aplicacions web. Creative Commons. Departament d'Ensenyament, Institut Obert de Catalunya. Dipòsit legal: B. 12715-2016. https://ioc.xtec.cat/educacio/recursos