

TRADUCCIÓN DE ESQUEMAS E-R A ESQUEMAS RELACIONALES

En este capítulo se van a presentar una serie de reglas fáciles de entender y de aplicar para el proceso de traducción de los esquemas conceptuales realizados mediante el modelo entidad-interrelación a esquemas lógicos basados en el modelo relacional.

El proceso de traducción de esquemas conceptuales a lógicos consiste en la aplicación, por pasos, de una serie de reglas que, aplicadas a los esquemas conceptuales, transforman los objetos de estos esquemas en objetos pertenecientes a los esquemas lógicos. En el caso que nos ocupa, la aplicación de las reglas va a dar lugar a la transformación de los tipos de entidad y los tipos de interrelación que forman parte de los esquemas conceptuales, en tablas o relaciones, los únicos objetos que intervienen en los esquemas lógicos relacionales.

5.1. PREPARACIÓN DE LOS ESQUEMAS CONCEPTUALES

Como paso previo a la aplicación de las reglas de transformación de esquemas conceptuales a esquemas relacionales, las cuales denominaremos abreviadamente **RTECAR**, es conveniente la preparación de los esquemas conceptuales mediante la aplicación de unas reglas preparatorias (a las que nos referiremos por **PRTECAR**) que faciliten y garanticen la fiabilidad del proceso de transformación.

Las **PRTECAR** se basan en la aplicación de la primera forma normal a los objetos que forman parte de los esquemas conceptuales. Si consideramos que tanto los

tipos de entidad como de interrelación pueden ser representados por tablas bidimensionales (al igual que en el modelo relacional), el principio en el que se basan estas reglas es el de eliminar de estos tipos de objetos las siguientes anomalías:

1. Aquellos atributos correspondientes a los tipos de entidad e interrelación que presenten valores múltiples.
2. Aquellos atributos correspondientes a los tipos de entidad e interrelación que sean compuestos.

El primer punto consiste en considerar que los atributos existentes en el esquema conceptual sólo pueden tomar valores atómicos (al igual que propone la FNI). Mientras que el segundo punto hace referencia a la eliminación de agregados de datos o atributos formados por otros atributos más simples.

5.1.1. Eliminación de atributos múltiples

El proceso de eliminación de los atributos múltiples es un proceso muy simple y consistente en la aplicación de la siguiente regla:

PRTECAR-1: *Todos los atributos múltiples; es decir, los atributos que pueden tomar más de un valor en el dominio en el cual están definidos, se transformarán en un tipo de entidad débil por existencia el cual mantendrá una relación:*

- uno a muchos si el atributo es un identificador alternativo en el tipo de entidad en el que estaba presente, o
- muchos a muchos en caso contrario,

con el tipo de entidad sobre el cual estaba definido o los tipos de entidad que mantenían un tipo de interrelación si el atributo múltiple estaba definido sobre el tipo de interrelación.

Este tipo de entidad débil, creado por la aplicación de esta regla, tendrá como propiedades el atributo por el cual la regla se ha aplicado, y cualquier otra que se considere necesario añadir. Además, se deberá tener en cuenta que si el atributo del tipo de entidad débil creado no pudiera identificar sin ambigüedad a las entidades de este tipo, entonces se procederá de alguna de las dos formas siguientes:

1. *El tipo de entidad débil creado se considera que es débil por identificación con respecto al tipo de entidad con el que mantiene relación (siempre en relaciones uno a muchos, evidentemente), heredando, por tanto, sus atributos identificadores.*
2. *Se añadirá un nuevo atributo (externo, o no, al dominio del problema) que permita identificar sin ambigüedad a las entidades de este tipo de entidad débil.*

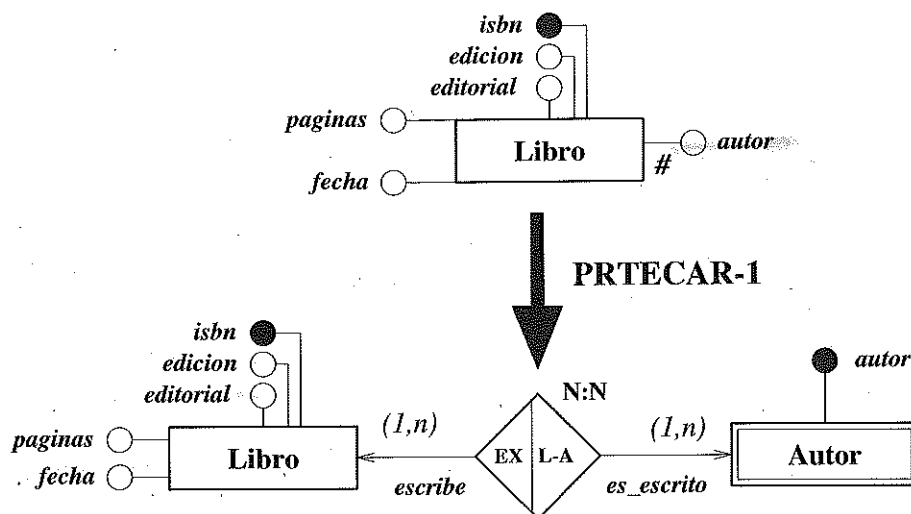


Figura 5.1 Eliminación de los atributos múltiples

En el diagrama de la figura 5.1 se muestra el tipo de entidad *Libro*, en el cual existe un atributo múltiple, el atributo *autor*, representando que un libro puede ser escrito por más de un autor.

Por aplicación de la regla *PRTECAR-1*, el atributo *autor* se ha convertido en un tipo de entidad débil por existencia, con respecto al tipo de entidad *Libro*, denominado *Autor*. El tipo de entidad *Autor* tiene como único atributo *autor*, el cual pertenecía al tipo de entidad *Libro* antes de la aplicación de la regla.

En este ejemplo, se ha considerado que este atributo puede ser utilizado como atributo identificador de las entidades del tipo de entidad *Autor*. En caso contrario, se podría:

1. Considerar el tipo de entidad *Autor* débil por identificación con respecto al tipo de entidad *Libro* (manteniendo un tipo de interrelación uno a muchos), en cuyo caso las entidades de este tipo vendrían identificadas por la concatenación de los atributos *isbn* (heredado del tipo de entidad *Libro*), y *autor* (correspondiente al tipo de entidad *Autor*).
2. Introducir un nuevo atributo, por ejemplo, un código que identifique a cada autor y que permita la identificación sin ambigüedad de las entidades de este tipo.

5.1.2. Eliminación de atributos compuestos

El segundo proceso preparatorio de los esquemas conceptuales para su transformación en esquemas lógicos relacionales consiste en la descomposición de todos los atributos compuestos en atributos simples, por aplicación de la siguiente regla:

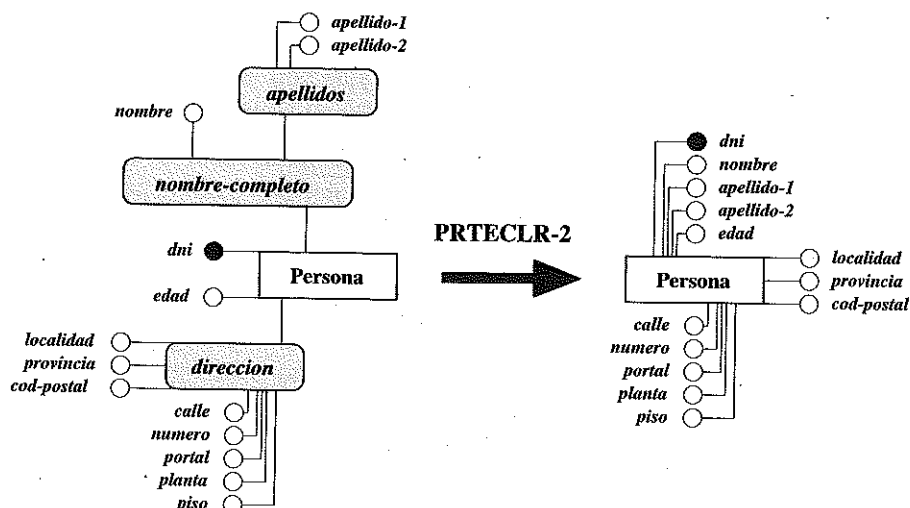


Figura 5.2 Eliminación de los atributos compuestos

PRTECAR-2: Todos los atributos compuestos asociados con los tipos de entidad y los tipos de interrelación deben ser descompuestos en los atributos simples que formen parte o intervengan en los atributos compuestos correspondientes. En este proceso de descomposición, se eliminará el atributo compuesto, quedando los atributos simples definidos en el mismo dominio, e interviniendo de la misma forma en el tipo de entidad o interrelación.

Se puede apreciar que se trata de una regla muy simple de aplicar, consistente simplemente en la no-consideración de agregados de datos como atributos en los esquemas conceptuales.

En la figura 5.2 se muestra un ejemplo de aplicación de la regla **PRTECAR-2**, aplicada al tipo de entidad *Persona*. Este tipo de entidad viene definido por un conjunto de atributos, dos de los cuales, el atributo *direccion* y el atributo *nombre-completo*, son atributos compuestos.

El atributo *direccion* está compuesto por los atributos *calle*, *numero*, *portal*, *planta*, *piso*, *cod-postal*, *localidad* y *provincia*. Un conjunto de atributos que son referenciados por un único atributo o agregado, y el atributo *nombre-completo* está compuesto por los atributos *nombre* y un nuevo atributo compuesto denominado *apellidos*, el cual, a su vez, está compuesto por otros dos atributos, *apellido-1* y *apellido-2*. Después de aplicar esta regla (como se muestra en la figura 5.2), se han eliminado los atributos *direccion*, *nombre-completo* y *apellidos*, quedando el tipo de entidad *Persona* definido únicamente en función de atributos simples.

5.2. TRANSFORMACIÓN DE LOS ESQUEMAS CONCEPTUALES

A continuación se van a presentar una serie de reglas (RTECAR) para la transformación de los objetos presentes en los esquemas conceptuales a objetos válidos en los esquemas lógicos relacionales. Estas reglas permiten la transformación de los esquemas de uno a otro tipo sin pérdida de información y, por tanto, conservando el nivel de representación del problema.

La aplicación de las reglas va a depender de:

1. El tipo de objeto del esquema conceptual que se debe transformar.
2. La cardinalidad de las relaciones que los objetos mantienen con otros objetos en el esquema conceptual.

5.2.1. Transformación de tipos de entidad

Se trata de un proceso muy simple y consistente en aplicar la siguiente regla:

RTECAR-1: *Todos los tipos de entidad presentes en el esquema conceptual se transformarán en tablas o relaciones en el esquema relacional manteniendo el número y tipo de atributos, así como la característica de identificador de estos atributos.*

Por ejemplo, en el caso del esquema representado en la figura 5.1, una vez aplicada esta regla se obtendrá el siguiente esquema relacional¹⁶.

Libro (isbn, edición, editorial, páginas, fecha)

Autor (autor)

LLAVE

en el que no se ha considerado la transformación que es necesario realizar para el tipo de interrelación, la cual se describirá en las secciones siguientes.

5.2.2. Transformación de tipos de interrelación uno a uno

El proceso de transformación de los tipos de interrelación binarias en los cuales los tipos de entidad participan con cardinalidad máxima uno va a depender del valor de la cardinalidad mínima con la cual participa cada tipo de entidad en el tipo de interrelación. En base a este valor se pueden presentar los siguientes casos:

1. Los dos tipos de entidad participan de forma completa en el tipo de interrelación. Es decir, los dos tipos de entidad participan con cardinalidad mínima uno.
2. Uno de los dos tipos de entidad participa de forma parcial en el tipo de interrelación; es decir, con cardinalidad mínima cero.

¹⁶ Como norma general, los atributos claves de las tablas se representarán subrayados, las claves alternas con doble subrayado, y las claves foráneas en negrita.

3. Los dos tipos de entidad participan de forma parcial en el tipo de interrelación.

Por tanto, dependiendo de la forma en que participa cada tipo de entidad en el tipo de interrelación será necesario aplicar un criterio de transformación diferente.

RTECAR-2.1: Si en un tipo de interrelación binaria los dos tipos de entidad participan de forma completa; es decir, ambos tipos de entidad participan con las cardinalidades mínima y máxima igual a uno, entonces:

- Si los dos tipos de entidad tienen el mismo identificador:

1. Los dos tipos de entidad se transforman en una única tabla formada por la agregación de los atributos de los dos tipos de entidad.
2. La clave de la tabla es el identificador de los tipos de entidad (es el mismo en ambas).

- Si los tipos de entidad tienen diferente identificador, cada tipo de entidad se transforma en una tabla y,

1. Cada tabla tendrá como clave principal el identificador de cada uno de los tipos de entidad de los cuales se deriva.
2. Cada tabla tendrá como clave foránea el identificador del otro tipo de entidad con el cual está relacionado.

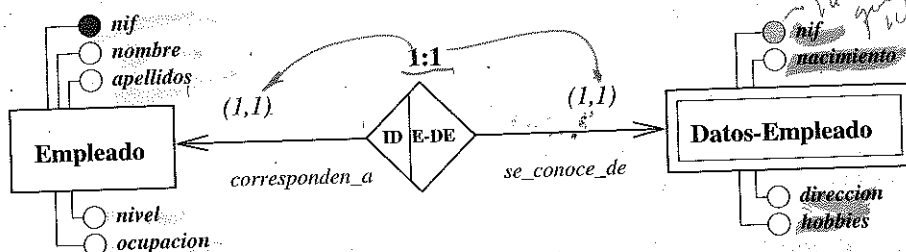


Figura 5.3 Relaciones binarias uno a uno. **Regla:** RTECAR-2.1

- Si los dos tipos de entidad tienen el mismo identificador, pero uno de ellos es un tipo de entidad débil, entonces se procede de alguna de las dos formas expuesta anteriormente en función de los requisitos funcionales.

Las relaciones uno a uno pueden representar situaciones muy diferentes dependiendo del problema que se esté tratando. En ocasiones representan relaciones de debilidad, de existencia generalmente (la consideración en tipos de entidades diferentes de un conjunto de características de una clase de objeto del problema) y, en otros casos, simplemente una relación fuerte entre diferentes tipos de entidad. En

función del caso del que se trate se tomará una acción en la derivación del esquema relacional u otra.

Tomaremos, para la aplicación de esta regla el ejemplo propuesto en la figura 5.3, en este caso se puede derivar el siguiente esquema relacional:

Empleado (nif, nombre, apellidos, nivel, ocupacion, direccion, nacimiento, hobbies)

En este caso, ambos tipos de entidad representan a los empleados de una determinada empresa, pero ha sido conveniente descomponer las propiedades o características de este tipo de objeto en dos tipos de entidad. El tipo de entidad *Empleado* tiene aquellos atributos que son requeridos y utilizados para el conocimiento de los empleados desde el punto de vista operacional de la empresa, mientras el tipo de entidad *Datos-Empleado* tiene aquellos atributos que simplemente informan de algunos detalles particulares de las entidades de este tipo.

Se puede observar que se trata de un tipo de interrelación débil por identificación. El tipo de entidad *Datos-Empleado* es un tipo de entidad débil por identificación con respecto al tipo de entidad *Empleado*, puesto que no existirán datos personales de los empleados, ni se podrán identificar, si no existe un empleado.

Puede ser también necesario considerar, por motivos de procesamiento, más conveniente la existencia de tablas independientes para cada tipo de entidad. Entonces, el esquema relacional resultante quedaría de la forma:

Empleado (nif, nombre, apellidos, nivel, ocupacion)

Datos-Empleado (nif, direccion, nacimiento, hobbies)

FK

Los tipos de interrelaciones uno a uno completas no suelen tener atributos cualificadores asociados, puesto que éstos pueden considerarse pertenecientes a alguno de los tipos de entidad que participan en el tipo de interrelación.

RTECAR-2.2: Si en un tipo de interrelación binaria alguno de los tipos de entidad participa de forma parcial, entonces, cada tipo de entidad se transforma en una tabla por aplicación de la regla RTECAR-1 y se procede de alguna de las dos formas siguientes:

1. El identificador del tipo de entidad que participa de forma total pasa como atributo de la tabla correspondiente a la transformación del otro tipo de entidad. Este atributo será definido como clave alterna y foránea, no pudiendo tomar valores nulos para las diferentes tuplas de esta tabla, y no se genera ninguna tabla para el tipo de interrelación.

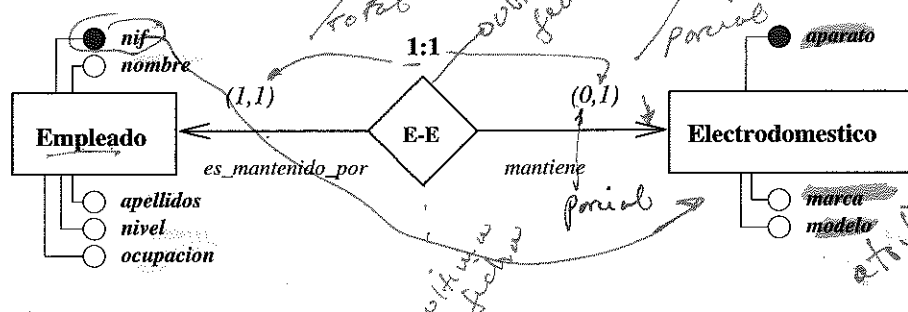


Figura 5.4 Relaciones binarias uno a uno. Regla: RTECAR-2.2

2. Se construye una nueva tabla correspondiente al tipo de interrelación formada por los atributos identificadores de los dos tipos de entidad. Los atributos serán claves foráneas de las tablas correspondientes a la transformación de los tipos de entidad, y serán definidos como claves candidatas.

La figura 5.4 muestra un ejemplo de aplicación de esta regla. Se ha considerado el tipo de entidad *Empleado* que mantiene una relación con el tipo de entidad *Electrodomestico*. El tipo de entidad *Empleado* participa de forma completa en el tipo de interrelación, de forma que un empleado puede mantener a ninguno o un electrodoméstico mientras que un electrodoméstico debe ser mantenido siempre por un solo empleado.

Por aplicación de esta regla el esquema relacional puede quedar de alguna de las dos formas siguientes:

1. No se construye una tabla para el tipo de interrelación, entonces:

Empleado	(<u>nif</u> , nombre, apellidos, nivel, ocupacion)
Electrodomestico	(aparato, marca, modelo, <u>nif</u>)

el identificador del tipo de entidad *Empleado* pasa a formar parte de la tabla correspondiente a la transformación del tipo de entidad *Electrodomestico*.

2. Se construye una tabla correspondiente a la transformación del tipo de interrelación:

Empleado	(<u>nif</u> , nombre, apellidos, nivel, ocupacion)
Electrodomestico	(aparato, marca, modelo)
Emp-Elec	(aparato, <u>nif</u>)

en la que, en este ejemplo, la clave será el identificador del tipo de entidad *Electrodomestico* que participa de forma parcial en el tipo de interrelación.

Si analizamos las dos transformaciones posibles propuestas se puede observar:

- Que la primera transformación es la más favorable debido a que en ningún momento existirán atributos con valores nulos. El atributo *nif* que forma parte de la tabla *Electrodomestico* siempre tendrá algún valor, debido a que todos los

electrodomésticos son mantenidos por al menos uno y como máximo un empleado.

Si se hubiera realizado el proceso inverso, es decir, el identificador del tipo de entidad *Electrodomestico* hubiera pasado a formar parte de la tabla correspondiente al tipo de entidad *Empleado*, se hubiera obtenido un esquema relacional de la forma:

Empleado (nif, nombre, apellidos, nivel, ocupacion, aparato)

Electrodomestico (aparato, marca, modelo)

en el que se puede observar que en la tabla *Empleado*, el atributo *aparato* tomará valores nulos para todas aquellas tuplas de empleados que no mantienen ningún aparato, no pudiéndose definir como clave alterna, lo cual viola los requisitos del problema.

Por tanto, en el proceso de transformación de relaciones *uno a uno semi-parciales*, como es el caso de aplicación de la regla RTECAR-2.2, cada tipo de entidad se transforma en una tabla y el identificador del tipo de entidad que participa de forma total entra a formar parte, como un atributo más, de la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa de forma parcial. Además, este atributo será definido como clave alterna y clave foránea de la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa de forma total.

- La segunda transformación, en la cual se crea una tabla que mantiene la relación entre los dos tipos de entidad, tiene el inconveniente de un esquema más grande en el que los procedimientos tendrán que manejar una tabla que no aporta más información o una mejor representación del problema.

En el caso en que la relación estuviera cualificada por atributos, para la primera transformación propuesta éstos pasarían a formar parte de la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa de forma parcial (junto con la clave de la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa de forma total). Y para la segunda transformación propuesta, pasarían a formar parte de la tabla correspondiente a la transformación del tipo de interrelación.

Por ejemplo, si la relación entre el tipo de entidad *Empleado* y *Electrodomestico* estuviera cualificada por el atributo *ultima-fecha*, que representa la última fecha en que el empleado trabajó con el electrodoméstico, el esquema relacional obtenido después de la aplicación de esta regla quedaría:

Empleado (nif, nombre, apellidos, nivel, ocupacion)

Electrodomestico (aparato, marca, modelo, nif, ultima-fecha)

Por otra parte, si los atributos identificadores son los mismos para los dos tipos de entidad que participan en este tipo de interrelación se podría aplicar la regla RTECAR-2.1, construyéndose una única tabla formada por la agregación de los atributos de los dos tipos de entidad. El inconveniente que se presenta, en este caso, es

que podrían existir muchos valores nulos en los atributos de las tuplas o filas de esta tabla.

RTECAR-2.3: Si en un tipo de interrelación binaria ambos tipos de entidad participan de forma parcial entonces, y por aplicación de la regla RTECAR-1, cada uno de ellos se transforma en una tabla y se procede de la forma siguiente: Se construye una nueva tabla correspondiente al tipo de interrelación y cuyos atributos serán los identificadores de los dos tipos de entidad, los cuales serán definidos como claves foráneas. La clave principal de la tabla generada será el identificador de uno de los tipos de entidad y, necesariamente, se definirá como clave alterna al identificador del otro tipo de entidad.

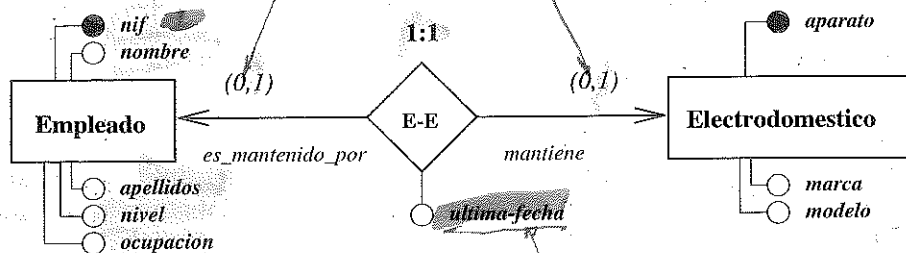


Figura 5.5 Relaciones binarias uno a uno. Regla: RTECAR-2.3

En la figura 5.5 se representa un ejemplo, para la aplicación de esta regla, en el que se muestra la relación que existe entre los tipos de entidad *Empleado* y *Electrodomestico*. Ambos tipos de entidad participan de forma parcial en el tipo de interrelación y, además, el tipo de interrelación tiene asociado un atributo que informa de la última fecha en que un empleado tuvo relación con un electrodoméstico.

Para este ejemplo, el esquema relacional que se obtiene después de la transformación será:

Empleado	(<u>nif</u> , nombre, apellidos, nivel, ocupacion)
Electrodomestico	(aparato, marca, modelo)
Empl_Elect	(<u>nif</u> , <u>aparato</u> , ultima_fecha)

en el que se ha tomado el criterio de que el atributo nif sea la clave principal y el atributo aparato la clave secundaria de la tabla *Empl_Elect* (aunque podía haberse tomado el criterio contrario), siendo ambos atributos claves foráneas en esta tabla y, por tanto, manteniendo referencias con las claves principales de las tablas *Empleado* y *Electrodomestico*, respectivamente.

Si se hubiera utilizado el criterio de la RTECAR-2.2 en el cual no se crea una tabla para el tipo de interrelación, se tendría:

Empleado	(<u>nif</u> , nombre, apellidos, nivel, ocupacion, aparato)
Electrodomestico	(<u>aparato</u> , marca, modelo, <u>nif</u> , ultima_fecha)

Que como se aprecia es una derivación inadecuada debido a la existencia de numerosos valores nulos para los atributos en la extensión del esquema, y a no poder definir los atributos *nif* y *aparato* como claves alternas además de foráneas, lo que viola los requisitos del problema planteado.

5.2.3. Transformación de tipos de interrelación uno a muchos

La transformación de esquemas conceptuales en los que estén presentes tipos de interrelaciones binarias en los que un tipo de entidad participa con cardinalidad máxima uno y el otro tipo de entidad participa con cardinalidad máxima muchos, es muy similar a las transformaciones descritas anteriormente. Y, al igual que en ellas, se aplicarán reglas diferentes en función de las cardinalidades mínimas con las cuales participa cada tipo de entidad en el tipo de interrelación.

RTECAR-3.1: Si en un tipo de interrelación binaria 1:N ambos tipos de entidad participan de forma total, o el tipo de entidad que interviene con cardinalidad máxima muchos participa de forma parcial, entonces, cada tipo de entidad se transforma en una tabla por aplicación de la regla RTECAR-1, y el identificador del tipo de entidad que participa con cardinalidad máxima uno pasa a formar parte de la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa con cardinalidad máxima muchos. Este atributo será definido como clave foránea de esta tabla (no pudiendo tomar valores nulos) manteniendo una referencia con la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa con cardinalidad máxima uno. Si el tipo de interrelación tuviera atributos asociados, estos atributos pasan a formar parte de la tabla correspondiente al tipo de entidad que participa con cardinalidad máxima muchos.

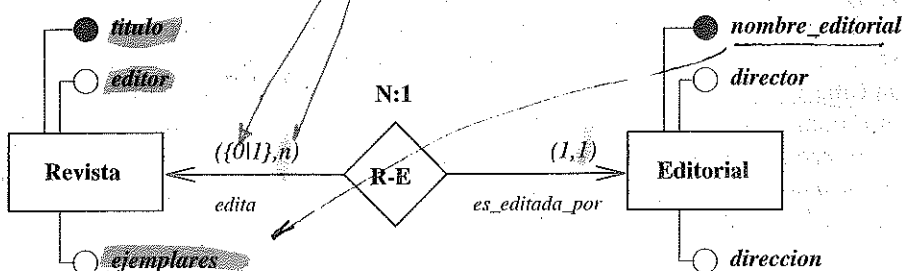


Figura 5.6 Relaciones binarias uno a muchos. Regla: RTECAR-3.1

En la figura 5.6 se muestra la relación 1:N existente entre los tipos de entidad *Revista* y *Editorial*. En este esquema conceptual se muestra la relación existente entre una editorial que puede publicar de cero o una hasta muchas revistas, mientras que una revista es publicada por una sola editorial. Aplicando a este ejemplo la regla RTECAR-3.1 se obtiene el siguiente esquema relacional:

uno	Editorial	(<u>nombre_editorial</u> , direccion, director)
muchos	Revista	(<u>titulo</u> , editor, ejemplares, nombre_editorial)

PK foranea

del lado de los muchos

1:1

RTECAR-3.2: Si en un tipo de interrelación binaria 1:N ambos tipos de entidad participan de forma parcial, o únicamente el tipo de entidad que interviene con cardinalidad máxima uno participa de forma parcial, entonces, cada tipo de entidad se transforma en una tabla por aplicación de la regla RTECAR-1 y se genera una nueva tabla correspondiente al tipo de interrelación. Esta tabla estará formada por los identificadores de los tipos de entidad que intervienen en el tipo de interrelación y por todos los atributos asociados al tipo de interrelación. La clave principal de esta tabla será el atributo identificador correspondiente al tipo de entidad que interviene con cardinalidad máxima muchos, y será necesario definir como claves foráneas los atributos identificadores correspondientes a los dos tipos de entidad.

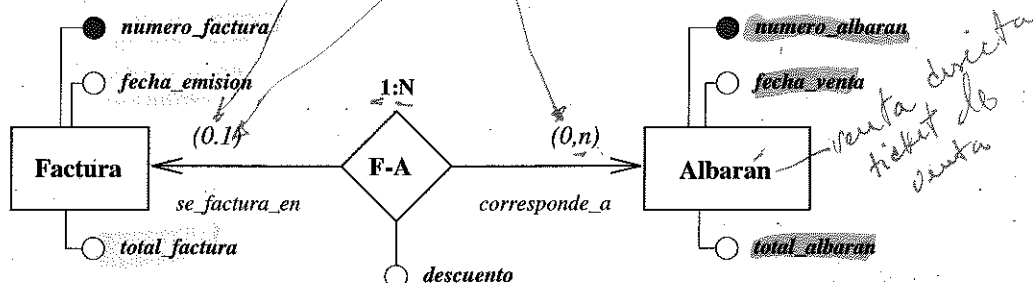


Figura 5.7 Relaciones binarias uno a muchos. Regla: RTECAR-3.2

Veamos el ejemplo que se muestra en la figura 5.7 en el que se ha representado la relación existente entre los tipos de entidad *Factura* y *Albaran*. El esquema de esta figura representa que una factura es editada para cero o muchos albaranes, mientras que un albarán es facturado en ninguna o una sola factura. Es decir, en el sistema que representa la figura 5.7 se admite la emisión de facturas sin la realización previa de un albarán (una venta directa) y, por supuesto, que los albaranes sólo formen parte de una factura o bien de ninguna debido a que no se expidan facturas para esos albaranes. El tipo de interrelación que relaciona estos dos tipos de entidad está cualificado por el atributo *descuento* que representa el descuento aplicado sobre el total de la cantidad de cada uno de los albaranes en la factura.

Si aplicamos a este esquema conceptual la regla RTECAR-3.2, se obtendría el siguiente esquema relacional:

Factura (numero_factura, fecha_emision, total_factura) *ticket*
Albaran (numero_albaran, fecha_venta, total_albaran)
Fact_Alba (numero_albaran, numero_factura, descuento) *ticket*

en el que el atributo *numero_factura* de la tabla *Fact_Alba* no podrá tomar valores nulos para garantizar las características del problema.

Se puede observar que la regla RTECAR-3.1 puede ser también aplicada a este caso. El que se aplique una u otra regla va a depender, principalmente, del número de

instancias del tipo de interrelación y de los atributos asociados al mismo. Por aplicación de la regla RTECAR-3.1, el esquema relacional quedaría de la forma:

Factura (numero_factura, fecha_emision, total_factura)

Albaran (numero_albaran, fecha_venta, total_albaran, numero_factura, descuento)

en el que el atributo *numero_factura* de la tabla *Albaran* en este caso podrá tomar valores nulos, siendo menos adecuada esta derivación, aunque en ambos casos describen el problema representado en el esquema conceptual de la figura 5.7.

5.2.4. Transformación de tipos de interrelación muchos a muchos

En esta clase de interrelaciones el proceso de transformación no depende de la cardinalidad mínima con la que interviene cada tipo de entidad en el tipo de interrelación, sino que siempre se aplicará la siguiente regla:

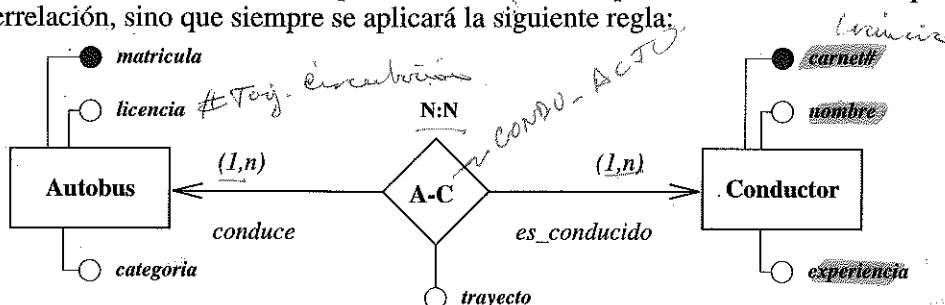


Figura 5.8 Relaciones binarias muchos a muchos. Regla: RTECAR-4

RTECAR-4: En un tipo de interrelación binaria N:N cada tipo de entidad se transforma en una tabla por aplicación de la regla RTECAR-1 y se genera una nueva tabla para representar al tipo de interrelación. Esta tabla estará formada por los identificadores de los tipos de entidad que intervienen en el tipo de interrelación y por todos los atributos asociados al tipo de interrelación. La clave principal de esta tabla será la agregación de los atributos identificadores correspondientes a los tipos de entidad que intervienen en el tipo de interrelación.

La figura 5.8 muestra un ejemplo del tipo de interrelación muchos a muchos. En este caso se muestra la relación que existe entre los autobuses y los conductores de los mismos, en la que un conductor puede conducir varios autobuses y un autobús puede ser conducido por varios conductores. El tipo de interrelación entre los tipos de entidad *Autobus* y *Conductor* tiene asociado el atributo *trayecto* que representa el trayecto o recorrido realizado por un conductor con un autobús determinado. Por aplicación de la regla RTECAR-4, el esquema relacional queda de la forma:

Autobus	(<u>matricula</u> , licencia, categoria)
Conductor	(<u>carnet#</u> , nombre, experiencia)
Condu_Auto	(<u>carnet#, matricula</u> , trayecto)

5.2.4.1. ORDEN DE LOS ATRIBUTOS EN LAS CLAVES COMPUESTAS

Se ha podido observar que por la aplicación de la regla *RTECAR-4* es necesaria la construcción de una tabla que represente el tipo de interrelación *N:N* que existe entre dos tipos de entidad. Para esta tabla es necesario definir como clave compuesta la formada por la agregación de los atributos identificadores de los tipos de entidad que participan en el tipo de interrelación.

La definición de una clave compuesta supone un problema añadido, no trivial, para el diseñador de la base de datos. En el problema presentado en la figura 5.8 la tabla *Condu_Auto* se podría haber definido de dos formas diferentes:

Condu_Auto	(<u>carnet#</u> , <u>matricula</u> , trayecto)
Auto_Condu	(<u>matricula</u> , <u>carnet#</u> , trayecto)

Ambas tablas representan la misma relación entre los tipos de entidad *Autobus* y *Conductor*, tienen la misma estructura —el mismo número de atributos que representan la misma información— y la clave de ambas tablas está formada por la agregación de los mismos atributos pero, sin embargo, estas claves son distintas.

Aunque las claves de las tablas *Condu_Auto* y *Auto_Condu* están formadas por la agregación de los mismos atributos (*carnet#* y *matricula*) el orden de estos atributos es diferente para cada una de las tablas.

Si bien el orden de los atributos que forman parte de una clave compuesta debe ser, y de hecho lo es, transparente para el usuario final, sí es importante para el diseñador de la base de datos y, sobre todo, para el administrador de la misma y la razón la expondremos a continuación.

El que un conjunto de atributos (a veces uno sólo) se defina como clave implica una serie de compromisos que afectan tanto a la visión lógica como física de la base de datos, compromisos entre los que se puede citar (ya se han tratado algunos de ellos):

- Que no puedan existir dos objetos (tuplas de la tabla) con el mismo valor de ellos.
- Que al identificar sin ambigüedad a una tupla, los métodos de acceso a esta información se realizarán, generalmente, basándose en criterios de selección en los cuales sólo intervenga uno o todos los atributos que forman parte de la clave.
- Y, por tanto, que el diseñador establecerá una organización física tal que estos procedimientos de acceso tengan un desempeño aceptable.

Si nos centramos en los aspectos físicos y consideramos que se organiza un índice por la clave para un acceso rápido a la información, el orden de los atributos en este índice es importante. No es lo mismo, ni se obtendrán los mismos resultados, si el índice se define como la agregación de *carnet#* y *matricula*, que si se define como la agregación de *matricula* y *carnet#*. En el primer caso las entradas del índice estarán

ordenadas por los identificadores de los conductores, mientras que en el ~~segundo~~ lo estarán ordenadas ~~por los de los autobuses~~.

Una solicitud de información ordenada de todos los autobuses o una búsqueda aproximada será muy efectiva (en cuanto a tiempo de respuesta) en el segundo de los casos y no en el primero, y viceversa.

Por todo ello, la disposición de los atributos en las claves compuestas, sean principales o alteras y, por supuesto, en cada uno de los índices que se definan para las tablas de la base de datos, será en parte responsable del desempeño de los procedimientos (algunos de ellos, al menos) que solicite una recuperación de esta información.

El diseñador de la base de datos deberá, por ello, tener en cuenta los requisitos operacionales impuestos y definidos en el análisis de requisitos del sistema para la definición del orden de los atributos.

5.2.5. Transformación de tipos de interrelación N-arias

En el proceso de transformación de las relaciones en las que intervienen más de dos tipos de entidad se debe aplicar la misma regla (*RTECAR-4*) que la aplicada para los tipos de interrelaciones binarias muchos a muchos. Es decir, cada tipo de entidad se transforma en una tabla y el tipo de interrelación se transforma en una nueva tabla cuyos atributos son los atributos identificadores de los tipos de entidad participantes en el tipo de interrelación y los atributos asociados al tipo de interrelación. La clave de esta tabla será la agregación de los atributos identificadores de los tipos de entidad.

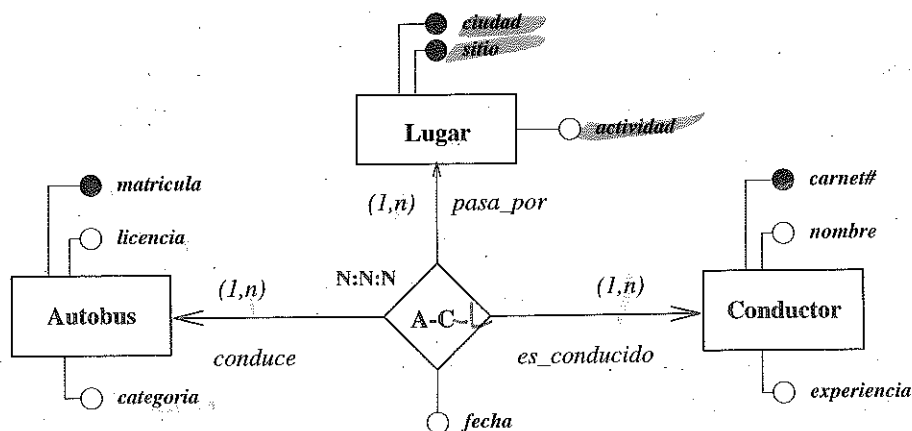


Figura 5.9 Transformación de relaciones n-arias

Si en el problema anterior sobre autobuses y conductores se desea representar los lugares que son recorridos por cada autobús conducido por cada conductor y la

fecha en que se visita ese lugar, se tiene entonces el esquema representado en la figura 5.9 en el cual, si se aplica la regla anterior, se obtiene el siguiente esquema relacional:

Autobus	(<u>matricula</u> , <u>licencia</u> , <u>categoria</u>)
Conductor	(<u>carnet#</u> , <u>nombre</u> , <u>experiencia</u>)
Lugar	(<u>ciudad</u> , <u>sitio</u> , <u>actividad</u>)
Aut-Con-Lug	(<u>carnet#</u> , <u>matricula</u> , <u>ciudad</u> , <u>sitio</u> , <u>fecha</u>)

Es necesario tener en cuenta que la regla RTECAR-4 debe aplicarse cuando todos los tipos de entidad participan en el tipo de interrelación con cardinalidad máxima muchos. En caso contrario, es decir, cuando algún tipo de entidad participa en el tipo de interrelación con cardinalidad máxima uno, entonces, como es lógico, el identificador de este tipo de entidad no pasa a formar parte de la clave de la tabla que se deriva del tipo de interrelación. Obsérvese que el que un tipo de entidad participe con cardinalidad máxima uno, es igual que considerar que el tipo de interrelación está cualificado por el atributo que identifica a este tipo de entidad y, por tanto, es como un atributo más, como hay que considerar su participación de este tipo de entidad en el tipo de interrelación.

5.2.6. Transformación de tipos de interrelación reflexivas

Los tipos de interrelación reflexivas, también denominadas *recursivas*, representan aquellas relaciones que se establecen entre un mismo tipo de entidad consigo misma. Es decir, son relaciones binarias en las que únicamente interviene un tipo de entidad.

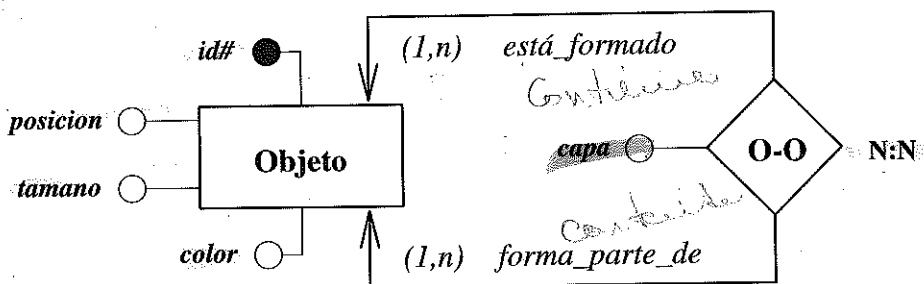


Figura 5.10 Transformación de relaciones reflexivas

Para esta clase de interrelaciones se pueden presentar dos casos:

1. El tipo de entidad participa en uno de sus papeles con cardinalidad máxima uno, y en el otro papel con cardinalidad máxima muchos, o bien ambos participan con cardinalidad máxima uno.
2. El tipo de entidad participa, en sus dos papeles, con cardinalidad máxima muchos.

En el segundo caso, este tipo de interrelación se trata igual que en el caso de las relaciones binarias muchos a muchos. Es decir, se genera una tabla para el tipo de

entidad y otra tabla para el tipo de interrelación (regla *RTECAR-4*), siendo los atributos de esta tabla: *INTERRELACION*

- Los atributos asociados al tipo de interrelación, y
- El identificador del tipo de entidad desempeñando uno de los papeles en el tipo de interrelación, y de nuevo
- El identificador del tipo de entidad desempeñando el otro papel (desempeña dos papeles) en el tipo de interrelación.

La clave de esta tabla será el identificador del tipo de entidad (por duplicado). La figura 5.10 muestra un ejemplo de este caso. El tipo de entidad *Objeto* mantiene un tipo de interrelación reflexiva con él mismo, de forma que un objeto puede estar formado por uno (al menos, él mismo) o varios objetos y, a la vez, un objeto puede formar parte de uno (al menos, él mismo) o muchos objetos. El tipo de interrelación tiene asociado el atributo *capa* que representa el nivel en el que se asocia un objeto a otro. Si aplicamos el proceso de transformación a este esquema se tendrá:

Objeto (*id#_objeto*, *posicion*, *tamano*, *color*) , *25 Color*

Objeto_Objeto (*id#_continente*, *id#_contenido*, *capa*)

en donde: *id#_continente* representa al identificador del objeto que contiene a otros objetos, y *id#_contenido* representa al identificador del objeto contenido que forma parte de otros objetos.

Si, para este mismo ejemplo, se considera que un objeto sólo puede formar parte de otro objeto de mayor jerarquía (relación uno a muchos), como es el primer caso que se consideró, entonces se procede de alguna de las dos formas siguientes:

- 1 tabla*
1. Se genera una tabla para el tipo de entidad, y en esta tabla se añade como clave foránea el identificador del tipo de entidad para representar que un objeto forma parte de un solo objeto (de forma similar a lo descrito por aplicación de la regla *RTECAR-3.1*). El esquema quedaría de la forma (cuando la cardinalidad mínima es uno): *1 tabla*

Objeto (*id#_contenido*, *posicion*, *tamano*, *color*, *id#_continente*, *capa*), *FK (id#_continente)*

- 2 tablas*
2. Se genera una tabla para el tipo de entidad y otra para el tipo de interrelación formada por los atributos asociados al tipo de interrelación, el identificador del tipo de entidad el cual será la clave de la tabla, representando al objeto que forma parte de otros objetos, y de nuevo el identificador del tipo de entidad representando al objeto del cual forman parte otros objetos de menor categoría (de forma similar al uso de la regla *RTECAR-3.2*). En este caso el esquema relacional queda de la forma (cuando la cardinalidad mínima es cero):

Objeto (*id#_objeto*, *posicion*, *tamano*, *color*) *25 folios*

Objeto_Objeto (*id#_contenido*, *capa*, *id#_continente*)

5.3. ELIMINACIÓN DE LAS RELACIONES JERÁRQUICAS

En los esquemas conceptuales se pueden utilizar todos los principios de la abstracción para representar las relaciones existentes entre los tipos de entidad o tipos de objetos del universo de discurso. Uno de los recursos más potentes de la abstracción es la *generalización* y, por lo tanto, la *especialización* (véase el Capítulo 2), mediante la cual se pueden representar las relaciones jerárquicas que existen entre los tipos de entidad.

El problema se plantea cuando se desean transformar esquemas conceptuales en los que están presentes este tipo de relaciones entre los tipos de entidad, a esquemas lógicos relacionales. El modelo relacional no dispone de mecanismos fáciles de usar que permitan la representación de relaciones jerárquicas y, por tanto, es conveniente y necesario la eliminación de las relaciones jerárquicas como paso previo al proceso de transformación de los esquemas conceptuales a relacionales.

En el proceso de eliminación de las relaciones jerárquicas se deberá aplicar alguna de las reglas que se describirán a continuación y cuya elección va a depender de:

- *La magnitud de la especialización* que los subtipos de entidad tienen con respecto al supertipo o tipo de entidad más general. La especialización supone que los subtipos de entidad tienen asociados diferentes atributos que diferencian a un subtipo de entidad del resto de los subtipos que mantienen un tipo de interrelación jerárquica con un mismo supertipo de entidad.
- *El tipo de especialización* que representa el tipo de interrelación jerárquica, la cual puede ser alguna de las siguientes: total exclusiva, parcial exclusiva, total inclusiva y parcial inclusiva.
- *Otros tipos de interrelación* que mantengan tanto los subtipos como el supertipo de entidad.
- *Criterios de procesamiento* y, sobre todo, la forma en la que se va a acceder a la información que representan tanto el supertipo y los subtipos de entidad como los tipos de interrelación que mantienen.

Teniendo en cuenta todos los puntos señalados, en el proceso de eliminación de los tipos de interrelación jerárquicas se aplicará alguna de las siguientes reglas:

PRTECAR-3: Eliminación del supertipo de entidad: *En un tipo de interrelación jerárquica se desestimará el supertipo de entidad, transfiriendo todos los atributos del supertipo a cada uno de los subtipos y cada uno de los tipos de interrelación que mantuviera el supertipo de entidad serán considerados para cada uno de los subtipos, manteniéndose, por supuesto, los tipos de interrelación en los que intervengan cada uno de los subtipos de entidad. Además, el atributo cualificador del tipo de interrelación, si estuviera presente, se puede desestimar.*

Si el tipo de interrelación jerárquica es exclusivo, los subtipos intervendrán de forma parcial (cardinalidad mínima cero) en los tipos de interrelación transferidos desde el supertipo.

Esta regla sólo puede ser aplicada a tipos de interrelación jerárquicas totales, puesto que implica la eliminación del supertipo de entidad y, por tanto, del conjunto de entidades no especializadas en los diferentes subtipos. Además, si el tipo de interrelación jerárquica es inclusiva no es fácil representar, a priori, esta inclusividad en los nuevos tipos de interrelación que se generan con los subtipos por la transferencia de los tipos de interrelación mantenidos por el supertipo de entidad. Por lo tanto, esta regla sólo es conveniente aplicarla cuando las interrelaciones jerárquicas son totales y exclusivas.

Una transformación haciendo uso de esta regla introduce algunos inconvenientes al nuevo esquema conceptual generado:

1. Como los atributos del supertipo de entidad se trasladan a cada uno de los subtipos introduce una redundancia de información, cuando el tipo de interrelación es inclusivo.
2. Al desaparecer el supertipo de entidad desaparece la relación semántica existente entre los subtipos, la cual representaba el que todos ellos eran tipos de entidad de un mismo supertipo.
3. El número de tipos de interrelación aumenta en cuanto se transfieren los tipos de interrelación que mantenía el supertipo de entidad a cada uno de los subtipos.
4. Naturalmente, las operaciones generales de acceso a esta información (a la información transferida desde el supertipo de entidad) requieren ahora el manejo de varios tipos de entidad en lugar de sólo uno.

Esta regla sólo deberá aplicarse cuando se minimicen estos inconvenientes, es decir, cuando el número de atributos transferidos sea pequeño y no existan muchos tipos de interrelación en los que participe el supertipo de entidad.

PRTECAR-4: Eliminación de los subtipos de entidad: *En un tipo de interrelación jerárquica se desestimarán los subtipos de entidad, transfiriéndose todos los atributos de los subtipos al supertipo y cada uno de los tipos de interrelación que mantuvieran los subtipos de entidad serán considerados para el supertipo, manteniéndose, por supuesto, los tipos de interrelación en los que intervenga el supertipo de entidad.*

Si el tipo de interrelación jerárquica es exclusivo, el supertipo de entidad participará de forma parcial (cardinalidad mínima cero) en aquellos tipos de interrelación transferidos desde los subtipos de entidad. En caso contrario (inclusiva) participará con las cardinalidades que participaba cada subtipo de entidad en los tipos de interrelación transferidos por aplicación de esta regla.

SUBTIPO
↓
SUPERTIPO

El atributo cualificador del tipo de interrelación pasa a formar parte del supertipo de entidad de la forma siguiente:

- 1. Si el tipo de interrelación es exclusivo no formará parte de la clave.*
- 2. Si el tipo de interrelación es inclusivo formará parte de la clave, originando redundancia de los atributos del supertipo para cada instancia de los subtipos.*
- 3. Si el tipo de interrelación es parcial, podrá tomar valores nulos para representar a entidades que no se especializan.*

El uso de esta regla va a dar lugar a un esquema mucho más simple, pero en el caso de tipos de interrelaciones exclusivas y/o parciales se van a presentar muchos posibles valores nulos para aquellos atributos transferidos desde los subtipos al supertipo de entidad. Así, si el número de instancias o entidades del supertipo va a ser elevado (todas las instancias o entidades de cada uno de los subtipos) el número de valores nulos será muy elevado. Además, en los procesos de acceso a la información se va a transferir, en muchos casos, información no requerida por el interrogante, debido a que en el supertipo de entidad se está manteniendo información particular de cada subtipo y en muchos interrogantes sólo será necesaria información general o bien referente a alguno de los subtipos.

En principio, esta regla puede aplicarse a cualquiera de los cuatro tipos de interrelaciones jerárquicas, aunque no en todos los casos, como se ha comentado, las ventajas de la simplicidad compensan los inconvenientes que presenta su uso, no siendo muy adecuada en el caso de tipos de interrelaciones parciales inclusivas.

PRTECAR-5: Eliminación de la jerarquía: *El tipo de interrelación jerárquica se transformará en tantos tipos de interrelación uno a uno como subtipos de entidad estén presentes, manteniéndose los tipos de interrelación en los que intervienen tanto los subtipos, como el supertipo de entidad. En los tipos de interrelación generados por la transformación, los subtipos de entidad participarán:*

- 1. Si el tipo de interrelación jerárquica es exclusivo, participarán con cardinalidad mínima cero.*
- 2. Si el tipo de interrelación jerárquica es inclusivo, participarán con cardinalidad mínima cero o uno.*

En estos tipos de interrelación el supertipo participa con cardinalidades mínima y máxima igual a uno, pudiendo considerarse que los subtipos de entidad actúan como tipos de entidad débiles por identificación con respecto al supertipo.

La regla PRTECAR-5 es la de aplicación más general para la transformación de las relaciones jerárquicas, pues tiene la ventaja de que el esquema resultante preserva la representación de las relaciones existentes entre el supertipo y los subtipos de

entidad a través de los nuevos tipos de interrelación débiles creados, pudiendo ser aplicada para cualquier tipo de interrelación jerárquica de los cuatro tipos posibles. La regla presenta algún problema en el caso de tipos de interrelaciones parciales e inclusivas, debido al dominio que debe asignarse al cualificador del tipo de interrelación para garantizar la representación correcta de la especialización.

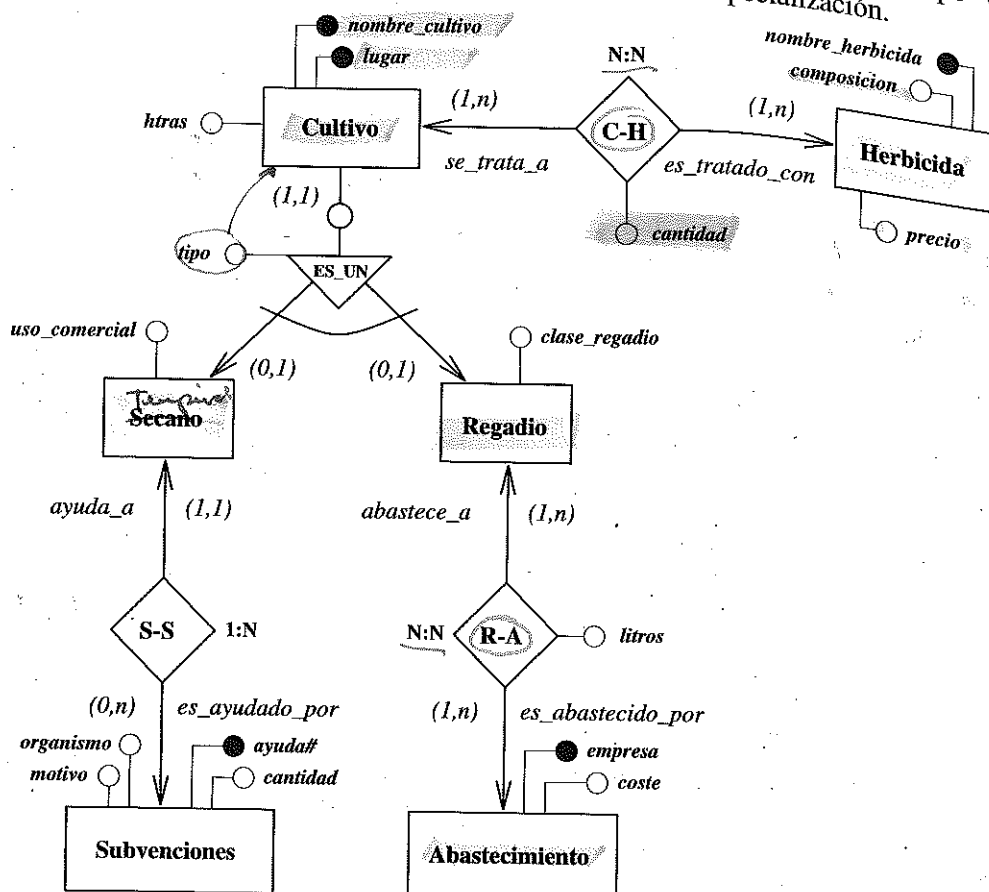


Figura 5.11 Ejemplo de relaciones jerárquicas a partir del cual

Su principal inconveniente es que el nuevo esquema conceptual generado es bastante más complejo que el original e introduce redundancia lógica (no por ello física) en la información representada.

En la figura 5.11 se ha representado un esquema conceptual a partir del cual se va a presentar un ejemplo de aplicación de cada una de estas reglas. El ejemplo representa a una serie de cultivos agrícolas sobre los cuales se desea mantener la información correspondiente al tipo de cultivo y, dependiendo de éste, las ayudas que reciben de los organismos oficiales o el abastecimiento de agua que necesita. Además,

entidad a través de los nuevos tipos de interrelación débiles creados, pudiendo ser aplicada para cualquier tipo de interrelación jerárquica de los cuatro tipos posibles. La regla presenta algún problema en el caso de tipos de interrelaciones parciales e inclusivas, debido al dominio que debe asignarse al cualificador del tipo de interrelación para garantizar la representación correcta de la especialización.

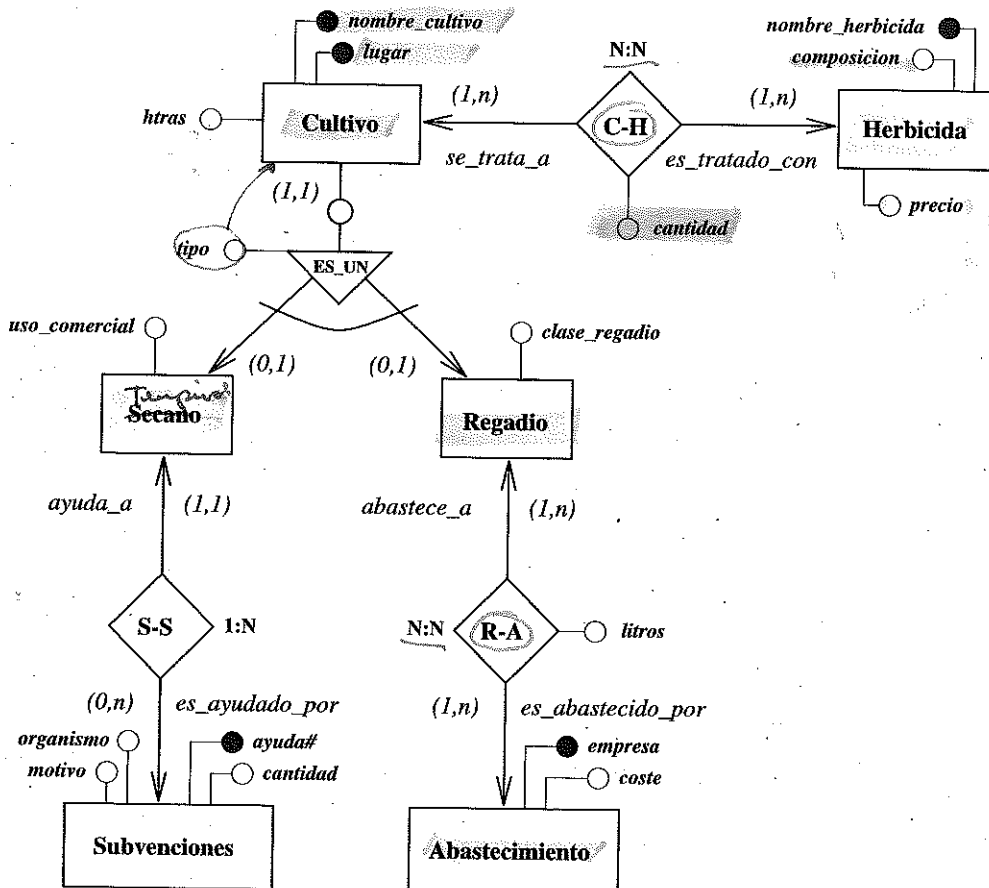


Figura 5.11 Ejemplo de relaciones jerárquicas

Su principal inconveniente es que el nuevo esquema conceptual generado es bastante más complejo que el original e introduce redundancia lógica (no por ello física) en la información representada.

En la figura 5.11 se ha representado un esquema conceptual a partir del cual se va a presentar un ejemplo de aplicación de cada una de estas reglas. El ejemplo representa a una serie de cultivos agrícolas sobre los cuales se desea mantener la información correspondiente al tipo de cultivo y, dependiendo de éste, las ayudas que reciben de los organismos oficiales o el abastecimiento de agua que necesita. Además,

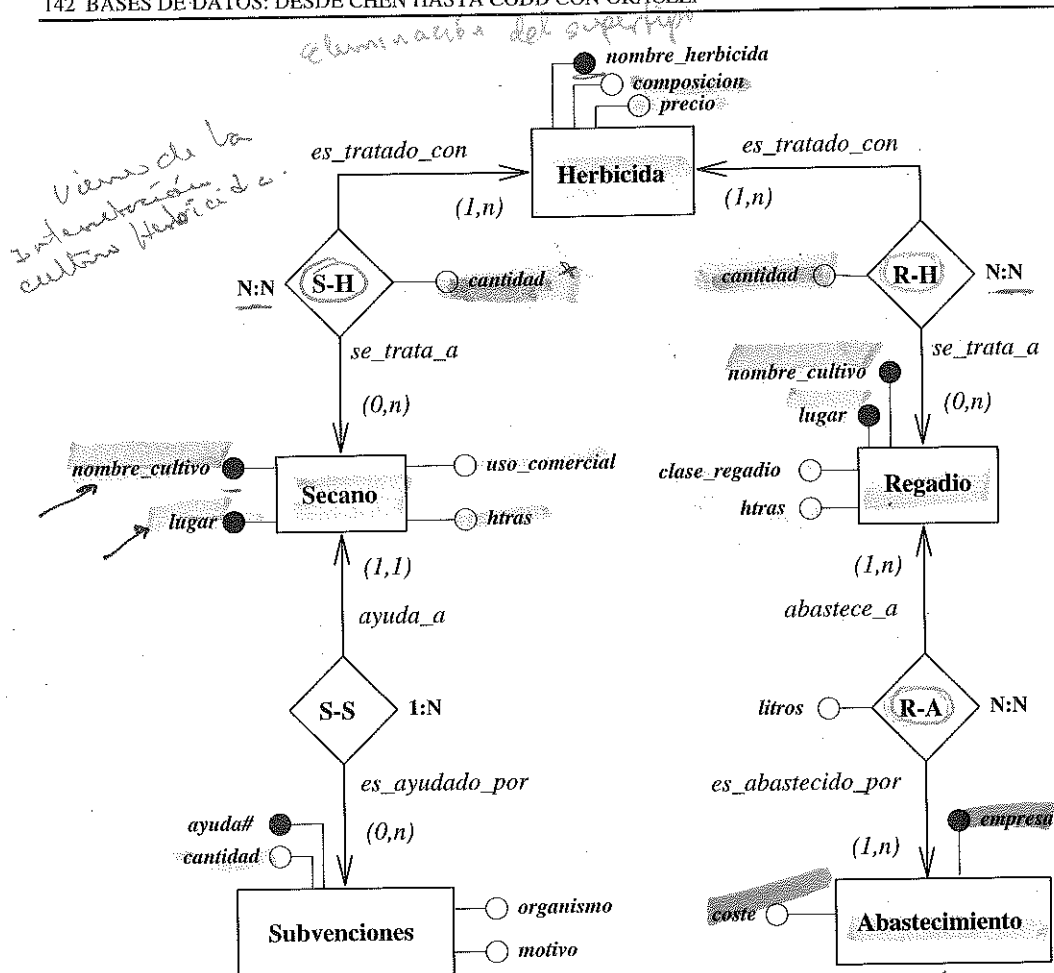


Figura 5.12 Relaciones jerárquicas. Regla: PRTECAR-3

se representa el consumo de herbicidas de cada uno de los cultivos. La eliminación del tipo de interrelación jerárquica que se muestra en la figura 5.11 dará lugar a:

Aplicación de la regla PRTECAR-3: desaparece el supertipo de entidad (*Cultivo*), pasando sus atributos a los subtipos de entidad (*Secano* y *Regadio*), y el tipo de interrelación (*C-H*) se transfiere a cada uno de los subtipos. Como se muestra en la figura 5.12, la cardinalidad máxima con la que participaba el tipo de entidad *Cultivo* en el tipo de interrelación (*C-H*), es transferida, como cardinalidad máxima, a las relaciones generadas entre el tipo de entidad *Herbicida* con *Secano* y *Regadio*. De esta forma se conserva la relación existente entre los herbicidas y cada uno de los tipos de cultivos, independientemente de sus características. Además, el atributo que cualifica el tipo de interrelación (*C-H*) entre los tipos de entidad *Cultivo* y *Herbicida* es transferido a cada uno de los nuevos tipos de interrelación generados entre el tipo de entidad *Herbicida* y los subtipos de entidad.

El atributo que caracterizaba el tipo de interrelación jerárquica es eliminado, puesto que se ha eliminado la semántica y, por tanto, la necesidad de la especialización.

Los tipos de interrelación que mantenían los subtipos de entidad se siguen manteniendo sin experimentar ninguna modificación. Basándose en esta transformación el esquema relacional resultante que se puede derivar aplicando las reglas de transformación sería el siguiente (para cada tabla se hace indicación de las reglas que se han aplicado para su derivación):

REGLAS	RELACIONES
1	Herbicida (<i>nombre_herbicida, composicion, precio</i>)
1	Secano (<i>nombre_cultivo, lugar, htras, uso_comercial</i>)
1	Regadio (<i>nombre_cultivo, lugar, htras, clase_regadio</i>)
1, 3.1	Subvenciones (<i>ayuda#, organismo, motivo, cantidad, nombre_cultivo, lugar</i>)
1	Abastecimiento (<i>empresa, coste</i>)
4	Herb_Rega (<i>nombre_herbicida, nombre_cultivo, lugar, cantidad</i>)
4	Herb_Seca (<i>nombre_herbicida, nombre_cultivo, lugar, cantidad</i>)
4	Rega_Abas (<i>nombre_cultivo, lugar, empresa, litros</i>)

Si se analiza este esquema relacional detenidamente se puede observar lo siguiente:

- Las tablas *Secano* y *Regadio* tienen la misma clave y, por tanto, no existe ningún condicionante lógico que impida que un mismo cultivo pueda aparecer como tuplas de ambas tablas, algo que va en contra de las restricciones del problema en las que se indicaba que un cultivo es o bien de secano o bien de regadío, pero no de los dos tipos al mismo tiempo. Así, este control deberá ser llevado externamente por los usuarios y los correspondientes programas de aplicación que manejen estas tablas.
- Las tablas *Herb_Rega* y *Herb_Seca* parecen idénticas, aunque no lo son por lo que no es posible agruparlas en una sola con objeto de intentar simplificar el esquema, puesto que se presentarían los siguientes problemas:

Herb_Cult (*nombre_herbicida, nombre_cultivo, lugar, cantidad*)

- Sería necesario incluir además el cualificador del tipo de interrelación jerárquica para diferenciar a los cultivos de secano y los de regadío.
- Presenta el problema del control de la integridad puesto que sería necesario definir la clave de esta tabla como clave foránea de las tablas *Secano* y *Regadio*, y esto sería incorrecto.
- Para poder considerar la tabla *Herb_Cult* sería también necesario unificar las tablas *Secano* y *Regadio* en una única tabla que agrupara todos los atributos de ambas tablas y esto sería también incorrecto por

los diferentes tipos de interrelación en que participan los tipos de entidad que han dado lugar a estas tablas.

Luego la agrupación considerada no sería correcta, lo que se pone mucho más claramente de manifiesto si el tipo de interrelación jerárquica hubiera sido inclusivo.

- En ningún caso se puede aplicar para tipos de interrelación jerárquicas parciales, pues al eliminarse el supertipo se eliminaría la representación de las entidades que no pertenecen a ningún subtipo.

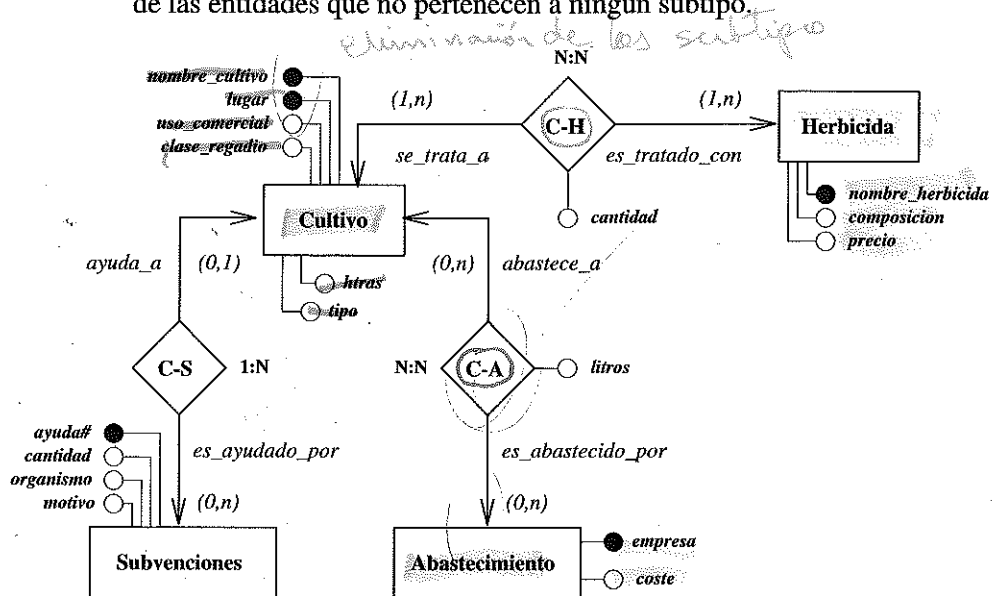


Figura 5.13 Relaciones jerárquicas. **Regla:** PRTECAR-4

Aplicación de la regla PRTECAR-4: desaparecen los subtipos de entidad *Secano* y *Regadio*, transfiriéndose los atributos de los subtipos al supertipo de entidad, y los tipos de interrelación que mantenía cada subtipo son transferidos al tipo de entidad.

En este caso, el atributo *tipo* no puede ser eliminado, pues sigue manteniendo la función de representar la clase de cultivo. Ahora bien, si el tipo de interrelación jerárquica fuera inclusivo (en lugar de exclusiva) este atributo debe formar parte del identificador del tipo de entidad *Cultivo* para permitir representar que un mismo cultivo puede ser a la vez de *secano* y *regadío* (por lo que se vería afectado también el esquema relacional).

La figura 5.13 muestra el esquema conceptual resultante después de la aplicación de esta regla al esquema conceptual representado en la figura 5.11. Si se aplican, ahora, las reglas de transformación RTECAR se obtendrá el siguiente esquema relacional:

5.13

REGLAS	RELACIONES
1	Herbicida (<i>nombre_herbicida, composicion, precio</i>)
1	Cultivo (<i>nombre_cultivo, lugar, tipo, htras, uso_comercial, clase_regadio</i>)
1, 3.1	Subvenciones (<i>ayuda#, organismo, motivo, cantidad, nombre_cultivo, lugar</i>)
1	Abastecimiento (<i>empresa, coste</i>)
4	Herb_Cult (<i>nombre_herbicida, nombre_cultivo, lugar, cantidad</i>)
4	Abas_Cult (<i>nombre_cultivo, lugar, empresa, litros</i>)

Cuyo análisis da lugar a los siguientes comentarios:

- En la tabla *Subvenciones* existe una clave foránea (la pareja *nombre_cultivo, lugar*) que representa que una subvención es asignada a un único cultivo, pero es difícil restringir que ese cultivo debe ser un cultivo de secano (sólo mediante programación a través del valor del atributo *tipo* en la tabla *Cultivo* y no en la representación del esquema).
- Para poder representar un tipo de interrelación jerárquica inclusiva, debe considerarse que el atributo *tipo* forma parte de la clave de la tabla *Cultivo*, como se ha comentado anteriormente, y además, se deberán modificar las tablas en las que se haga referencia a la clave de la tabla *Cultivo*. En este caso el esquema relacional quedaría de la forma:

REGLAS	RELACIONES
1 × ✓	Herbicida (<i>nombre_herbicida, composicion, precio</i>)
1 ✓	Cultivo (<i>nombre_cultivo, lugar, tipo, htras, uso_comercial, clase_regadio</i>)
1, 3.1	Subvenciones (<i>ayuda#, organismo, motivo, cantidad, nombre_cultivo, lugar, S</i>)
1	Abastecimiento (<i>empresa, coste</i>)
4	Abas_Cult (<i>nombre_cultivo, lugar, R, empresa, litros</i>)
4 ×	Herb_Cult (<i>nombre_herbicida, nombre_cultivo, lugar, tipo, cantidad</i>)

En donde, como se observa, se obliga a que en las tablas *Subvenciones* y *Abas-Cult* el atributo *tipo* tome el valor correspondiente a la especialización, y están presentes los problemas señalados anteriormente.

Aplicación de la regla PRTECAR-5: desaparece el tipo de interrelación jerárquica, transformándose en tipos de interrelación débiles por identificación entre el supertipo y los subtipos de entidad y manteniendo su estado los demás objetos del esquema conceptual.

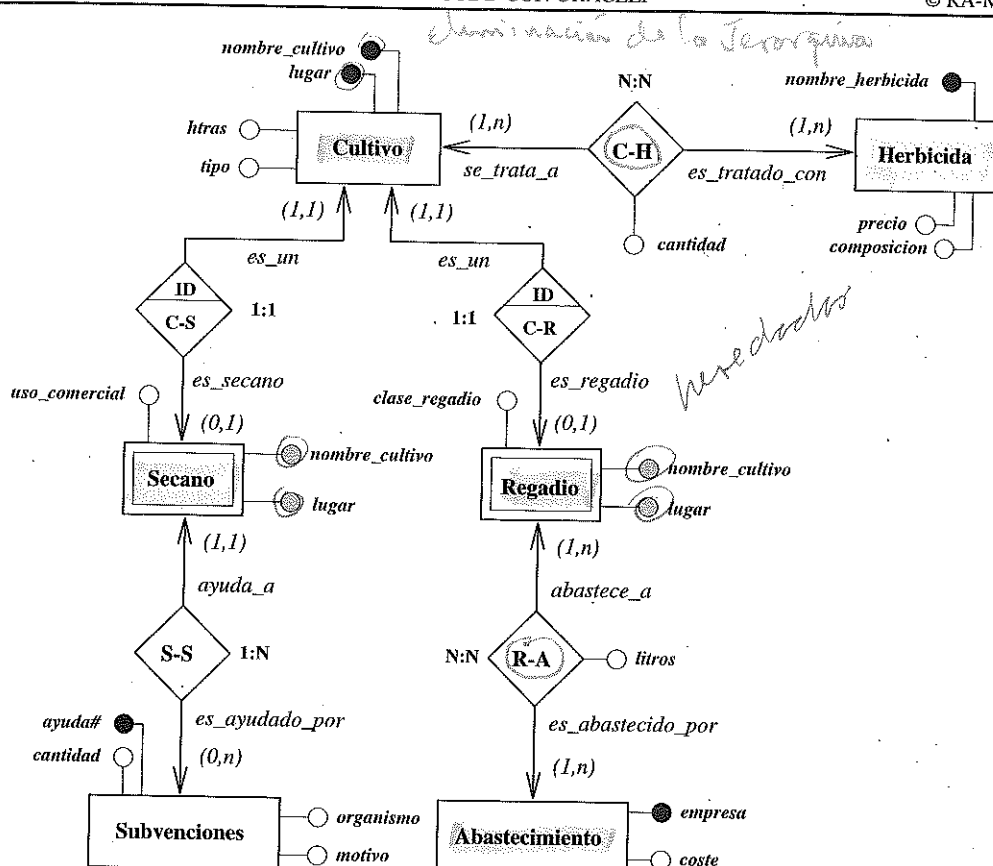


Figura 5.14 Relaciones jerárquicas. Regla: PRTECAR-5

Al igual que en el caso anterior, el atributo *tipo* pasa a formar parte del tipo de entidad *Cultivo*. Mediante su uso (incorporándolo al identificador, o no), se podrá seguir representando la **exclusividad** o **inclusividad** del tipo de interrelación jerárquica eliminado por el uso de esta regla. La figura 5.14 muestra el esquema conceptual resultante a partir del cual se deriva el siguiente esquema relacional:

REGLAS	RELACIONES
1	Herbicida (<u>nombre_herbicida</u> , composicion, precio)
1	Cultivo (<u>nombre_cultivo</u> , lugar, htras, <u>tipo</u>)
1, 2.2	Secano (<u>nombre_cultivo</u> , <u>lugar</u> , uso_comercial)
1, 2.2	Regadio (<u>nombre_cultivo</u> , <u>lugar</u> , clase_regadio)
1, 3.1	Subvenciones (<u>ayuda#</u> , organismo, motivo, cantidad, nombre_cultivo, lugar)
1	Abastecimiento (empresa, coste)
4	Herb-Cult (<u>nombre_herbicida</u> , <u>nombre_cultivo</u> , <u>lugar</u> , cantidad)
4	Abas-Rega (<u>nombre_cultivo</u> , <u>lugar</u> , empresa, litros)

De cuyo análisis se deduce que:

- Se sigue representando la semántica de la relación jerárquica, y dependiendo de si el atributo *tipo* es clave o no de la tabla *Cultivo* se pueden representar tipos de interrelación jerárquicas exclusivas e inclusivas.
- La tabla *Subvenciones* mantendrá una referencia con la clave de la tabla *Secano*, por lo que ahora sí es fácil controlar que una subvención sólo se adjudica a un cultivo de secano. Igual razonamiento se puede hacer con la tabla *Abas_Rega*.

Temporal