

Ejemplo Hospital

Enunciado

Con el objeto de crear un software para la administración de un hospital, se pretende diseñar una base de datos. Tras un estudio de la información existente en dicho centro, se obtuvieron los siguientes datos:

- En el hospital se almacena información relativa a los enfermos: código de enfermo, nombre, dirección, DNI, fecha de nacimiento, teléfono de contacto, edad.
- También se almacena la información relativa a los trabajadores del hospital (en este caso sólo serán médicos y auxiliares), de los que se desea conocer: Nombre, dirección, DNI, sueldo, teléfono de contacto. En el caso de los médicos, además se desea conocer la especialidad.
- Los enfermos están alojados en habitaciones, siendo interesante almacenar la fecha de hospitalización del enfermo así como la fecha de alta cuando el enfermo abandona el hospital.
- En una misma habitación, puede haber más de un enfermo. Para cada habitación se almacena además de su número, la cantidad de camas que tiene y se anotan las observaciones. Las habitaciones pertenecen a las distintas plantas del hospital no pudiéndose repetir su numeración en distintas plantas.
- Para cada planta se almacena la cantidad de habitaciones que hay y la especialidad de la planta además de su número.
- Existe un conjunto de auxiliares de enfermería. Cada auxiliar, está asignado a una única planta.
- Cada enfermo tendrá un conjunto de diagnósticos que son emitidos por los médicos que los curan. Para cada diagnóstico del enfermo, se guarda la fecha del diagnóstico, y el informe, junto con el código correspondiente. Cada diagnóstico es emitido por un único médico.

Se pide realizar el análisis y diseño de la base de datos. Para ello vamos a obtener el diagrama E/R resultante (entidades, atributos, relaciones, claves, cardinalidades y otras características del modelo E/R Extendido) y su posterior transformación al Modelo Relacional (conjunto de tablas con sus claves correspondientes y sus relaciones)

1.- Elaboración del diagrama Entidad-Relación

1.1. Identificación de entidades, atributos y relaciones.

Empezamos **identificando las entidades**, para ello leemos el texto e intentamos identificar los sustantivos que puedan representar algo importante en nuestro sistema de información.

Después de una primera lectura nos encontramos con **ENFERMO**, **TRABAJADOR (MÉDICO, AUXILIAR)**, **HABITACIÓN**, **PLANTA** y **DIAGNÓSTICO** como posibles entidades.

Seguimos el estudio **identificando los atributos**. Al leer los requerimientos del sistema nos preguntamos: **¿Qué información necesitamos almacenar de las distintas entidades encontradas?**

- Para la **entidad ENFERMO** necesitamos conocer: **'codigo_enfermo'**, **'nombre'**, **'direccion'**, **'DNI'**, **'fecha_nacimiento'**, **'telefono'** y **'edad'**, por lo que todos ellos son los atributos de la entidad **ENFERMO**. Hay que hacer una especial mención al atributo **'edad'**, que no es más que un atributo derivado, ya que se puede obtener como resultado de una operación sobre el campo **'fecha_nacimiento'**. De la misma manera también tenemos que estudiar qué ocurre con el atributo **'direccion'**, ya que dependiendo de cómo lo consideremos puede tratarse de un atributo simple, o un atributo compuesto por la calle, el número, población y provincia. En este caso lo consideramos como un atributo simple.
- Para la **entidad DIAGNÓSTICO** se va a almacenar la **'fecha'** y el **'informe'**, junto con el **'codigo_diagnóstico'** correspondiente.
- De la **entidad MÉDICO** necesitamos almacenar la siguiente información: **'nombre'**, **'direccion'**, **'DNI'**, **'sueldo'**, **'telefono'** y **'especialidad'**.
- De la **entidad AUXILIAR** queremos almacenar: **'nombre'**, **'direccion'**, **'DNI'** y **'telefono'**.

- De la entidad **HABITACIÓN** almacenaremos: ‘numero_habitacion’, ‘cantidad_camas’ y ‘observaciones’.
- Para la entidad **PLANTA**, por último, almacenaremos: ‘numero_planta’, ‘cantidad_habitaciones’ y ‘especialidad’ de la planta.

Continuamos nuestro estudio **identificando las relaciones**, para ello volvemos a leer el texto.

¿De qué manera se relacionan las entidades que hemos descubierto en el paso anterior?

Claramente tenemos que **ENFERMO** se relaciona con **HABITACION** mediante ‘alojado’, que **HABITACION** se relaciona con **PLANTA** mediante ‘ubicada’, **PLANTA** con **AUXILIAR** mediante ‘asignado’, **MÉDICO** con **DIAGNÓSTICO** mediante ‘emite’ y por último **DIAGNÓSTICO** con **ENFERMO** mediante “pertenece”.

Ya hemos identificado todos los atributos de las entidades pero, **¿las relaciones no pueden tener también atributos?**

Leyendo los requerimientos de nuestro problema podemos observar que uno de los puntos que nos dan es el siguiente: “*Los enfermos están alojados en habitaciones, siendo interesante almacenar la fecha de hospitalización del enfermo así como la fecha de alta cuando el enfermo abandona el hospital.*” De esta forma nos indican que tenemos que guardar la información de cuándo se asigna la habitación a un enfermo y cuándo deja de estar asignada a ese enfermo, y la única manera que tenemos para hacerlo es añadiendo dos atributos a la relación ‘alojado’. Estos atributos no son más que ‘fecha_ingreso’ y ‘fecha_alta’.

No se aprecian más atributos de otras relaciones.

En cuanto a las entidades y una vez estudiadas las relaciones que hay entre ellas, **¿Podríamos considerarlas todas como entidades fuertes, o hay alguna que en principio pueda ser una entidad débil?**

Si leemos con detenimiento, la entidad **DIAGNÓSTICO** podría ser una entidad débil que depende de **ENFERMO** mediante la relación “pertenece”, y en efecto así es, puesto que si desaparece una instancia de la entidad **ENFERMO (fuerte)**, no tiene sentido la existencia de ningún **DIAGNÓSTICO (débil)** para ese paciente, luego **DIAGNÓSTICO** presenta una **dependencia en existencia** respecto a la entidad **ENFERMO**.

1.2. Estudio de las cardinalidades de entidades y cardinalidades de relaciones.

Ahora que ya sabemos cuáles son las entidades y las relaciones implicadas, **¿cómo calculamos la cardinalidad de las entidades y por consiguiente de las relaciones?**

Muy sencillo, haciéndonos la siguiente pregunta para cada entidad: una instancia de la entidad que nos interesa, **¿con cuántas instancias se relaciona de la otra entidad que estamos estudiando?** La respuesta para cada caso es la siguiente:

En la relación ENFERMO ‘alojado’ HABITACIÓN

- Para la entidad **ENFERMO** teniendo en cuenta la relación ‘alojado’, **un enfermo, ¿en cuántas habitaciones se puede alojar?** Es evidente que sólo en una, por lo que su cardinalidad será **(1,1)**.
- Para la entidad **HABITACIÓN** teniendo en cuenta la relación ‘alojado’, **una habitación, ¿cuántos enfermos puede alojar?** En este caso puede que no haya ningún enfermo alojado o bien que haya el máximo número de enfermos que permita la habitación, por lo que la cardinalidad será **(0,n)**.

En la relación HABITACIÓN ‘ubicada’ PLANTA

- Para la entidad **HABITACIÓN** teniendo en cuenta la relación ‘ubicada’, **una habitación ¿en cuántas plantas puede estar?** Es obvio que una habitación sólo puede estar en una planta, por lo que su cardinalidad será en este caso **(1,1)**.
- Para la entidad **PLANTA** teniendo en cuenta la relación ‘ubicada’, **una planta ¿cuántas habitaciones puede tener?** La respuesta es inmediata, como mínimo una planta debe tener una habitación y como máximo **n** habitaciones. La cardinalidad en este caso será **(1,n)**.

En la relación PLANTA ‘asignado’ AUXILIAR

- Para la entidad **PLANTA** teniendo en cuenta la relación ‘asignado’, **una planta ¿cuántos auxiliares de enfermería puede tener asignados?** Al menos debe haber un auxiliar y puede haber hasta **n**. Su cardinalidad en este caso será **(1,n)**.
- Para la entidad **AUXILIAR** teniendo en cuenta la relación ‘asignado’, **un auxiliar ¿a cuántas plantas puede estar asignado?** Por el enunciado que tenemos, a una única planta, por lo que su cardinalidad será **(1,1)**.

En la relación MÉDICO ‘emite’ DIAGNOSTICO

- Para la entidad **MÉDICO** teniendo en cuenta la relación ‘emite’, **un médico ¿cuántos diagnósticos puede emitir?** Está claro que un médico puede no emitir ningún diagnóstico y puede emitir hasta **n** diagnósticos. Por este motivo, su cardinalidad será **(0,n)**.
- Para la entidad **DIAGNÓSTICO** teniendo en cuenta la relación ‘emite’, **un diagnóstico, ¿cuántos médicos lo han podido emitir?** Gracias al enunciado sabemos que un diagnóstico puede ser emitido por un único médico, por lo que su cardinalidad será **(1,1)**.

En la relación DIAGNOSTICO ‘pertenece’ ENFERMO

- Para la entidad **DIAGNÓSTICO** teniendo en cuenta la relación ‘pertenece’, **un diagnóstico, ¿a cuántos enfermos puede pertenecer?** Evidentemente un diagnóstico pertenecerá a un solo enfermo, por lo que la cardinalidad será **(1,1)**.
- Por último, para la entidad **ENFERMO** teniendo en cuenta la relación ‘pertenece’, **un enfermo, ¿cuántos diagnósticos puede tener?** Según el enunciado, podrá tener uno o varios dependiendo de los médicos que lo estén tratando. La cardinalidad será **(1,n)**.

NOTA: es importante recordar que cuando representemos las cardinalidades de las entidades en el diagrama E/R, **cada cardinalidad estudiada no se representa en su propia entidad, sino junto a la otra entidad con la que participa en la relación.**

Una vez que tenemos calculadas estas cardinalidades, **¿cómo calculo las cardinalidades de las relaciones?**

La respuesta es muy sencilla, tomando los valores máximos de las cardinalidades de cada una de las entidades que une dicha relación. Por tanto, en nuestro caso tenemos:

- La cardinalidad de la relación ‘alojado’ es **1:N**.
- La cardinalidad de la relación ‘ubicada’ es **1:N**.
- La cardinalidad de la relación ‘asignada’ es **1:N**.
- La cardinalidad de la relación ‘emite’ es **1:N**.
- La cardinalidad de la relación ‘tener’ es **1:N**.

1.3. Identificando claves candidatas y elección de clave primaria.

El siguiente paso a dar es **identificar las claves candidatas** y **elegir la clave principal**.

¿Sabemos cómo identificar las claves en una entidad?

Estudiamos las entidades una a una, y recordamos que una clave es un atributo o conjunto de atributos que identifica de manera única cada instancia de una entidad:

- ENFERMO, como claves candidatas tenemos DNI y 'codigo_enfermo', podemos seleccionar cualquiera de ellas como clave principal. Elegimos DNI
- DIAGNÓSTICO, tiene como única clave candidata 'codigo_diagnostico', por lo tanto es además su clave principal.
- MEDICO, como clave candidata sólo tenemos DNI, por lo que también es nuestra clave principal.
- AUXILIAR, como clave candidata sólo tenemos DNI, por lo que también es nuestra clave principal.
- HABITACIÓN, como única clave candidata tenemos 'numero_habitacion', y por lo tanto es la clave principal.
- PLANTA, como clave candidata tenemos únicamente 'numero_planta', por lo que también es la clave principal.

1.4. Estudio de otras características con el modelo Entidad Relación Extendido.

¿Crees que ya hemos terminado con el estudio de nuestro diagrama?

Si observas con detenimiento los contenidos de la unidad, te fijarás que en determinadas ocasiones no se puede representar ciertas características con el modelo Entidad-Relación y por eso surgió el modelo EER (Entidad-Relación Extendido). Por tanto, aún nos queda estudiar si hay ciertas características a implementar.

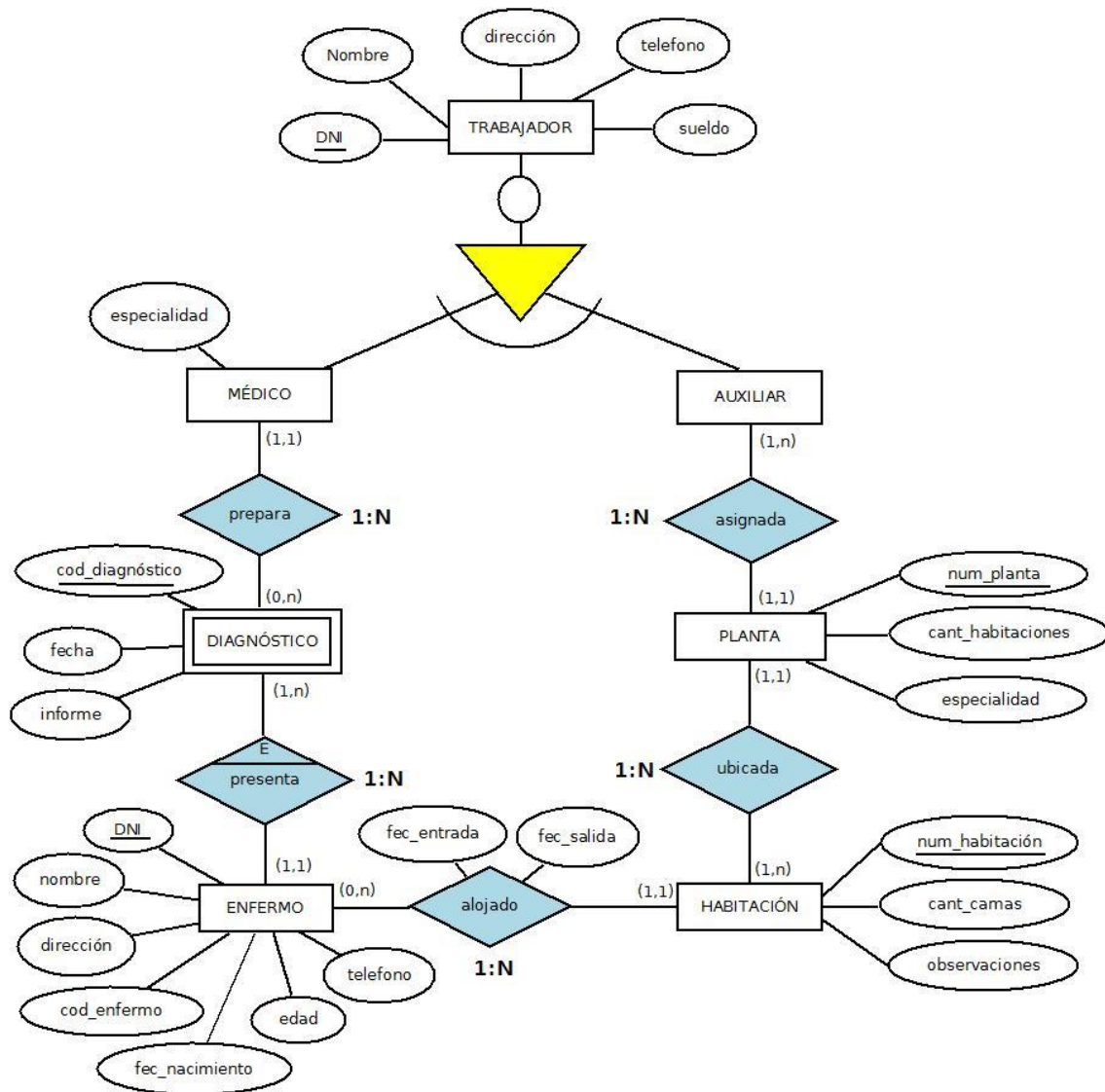
Al leer con detenimiento el enunciado del problema nos percatamos de que existe una gran similitud entre las entidades **AUXILIAR** y **MÉDICO**, tanto en atributos, como en el papel que juegan dentro del sistema de información. De ambas entidades se requiere almacenar la misma información, que sólo difiere en el caso de la entidad **MÉDICO**, de la que deseamos guardar también el atributo '**especialidad**', por lo que podemos considerar una **generalización** de ambas entidades en una denominada **TRABAJADOR**. El tipo de restricción que tendría sería TOTAL con EXCLUSIVIDAD. Es "*total*" porque todos los trabajadores deben pertenecer a uno de los subtipos de la generalización y con "*exclusividad*" porque si un trabajador es MÉDICO no puede ser a su vez AUXILIAR y viceversa.

Comprobamos que no hay ninguna otra característica del EER para nuestro caso de estudio pero antes de representar el diagrama E/R, tendremos que comprobar que no exista **redundancia** en nuestro diagrama, sobre todo si existe algún ciclo en nuestro diseño. En nuestro caso, ninguna de las relaciones que forman el ciclo se puede eliminar porque no existe ningún camino alternativo para relacionar las entidades que están unidas mediante las distintas relaciones.

Y por último tendremos que comprobar que se cumplen los **criterios de calidad** mencionados en la unidad, es decir, la cualidad de ser completo, la corrección, la minimalidad, la sencillez, la legibilidad y la flexibilidad del diagrama.

1.5. Representación del diagrama E/R.

Con todo el estudio realizado el diagrama E/R que deberíamos representar quedaría de la siguiente forma:



2.- Paso al Modelo Relacional

2.1. Paso a tablas de entidades y sus atributos.

Empezamos nuestra transformación al Modelo Relacional:

- **Entidades que nos encontramos:** HABITACION, PLANTA y ENFERMO como entidades fuertes, y DIAGNOSTICO como entidad débil. De momento vamos a dejar las entidades TRABAJADOR, MEDICO y AUXILIAR por ser un caso de generalización que trataremos en el siguiente apartado como un caso especial.

Todas las entidades se convierten en tablas y sus atributos en sus propios campos. Las claves primarias las pondremos en primer lugar y las identificaremos de forma subrayada y en negrita para distinguirlas del resto de campos de la tabla. Así tenemos las siguientes tablas de momento:

```
HABITACION(num_habitacion, cant_camás, observaciones)
PLANTA(num_planta, cant_habitaciones, especialidad)
ENFERMO(DNI, cod_enfermo, nombre, dirección, telefono, fec_nac, edad)
DIAGNOSTICO(cod_diagnostico, fecha, informe)
```

- Debemos recordar que las entidades débiles heredan los atributos de la clave primaria de la entidad fuerte de la que dependen, por lo que la entidad DIAGNOSTICO hereda el campo DNI de la entidad ENFERMO de la que depende. **Es habitual modificar el nombre del campo heredado si es necesario para evitar posibles ambigüedades o confusiones en la identificación de los atributos heredados.** Siguiendo esta recomendación nombramos el DNI de ENFERMO como DNI_enfermo en la tabla DIAGNOSTICO para tener presente en todo momento de dónde procede dicho atributo. Así pues la tabla modificada quedaría:

DIAGNOSTICO(cod diagnostico, fecha, informe, DNI_enfermo)

2.2. Paso a tablas de los casos especiales.

En este caso, tanto AUXILIAR como MÉDICO pueden considerarse claramente como casos de especialización sobre la entidad TRABAJADOR. (O bien TRABAJADOR como una generalización de MEDICO y AUXILIAR). Vamos a ver cómo se pasa a tablas este caso:

- **Pasamos la especialización a tablas:** De entre las distintas posibilidades que tenemos para pasar a tablas una especialización, nos quedamos con la opción de convertir las entidades especializadas en tablas y no la generalización, es decir, pasamos a tablas las entidades MEDICO y AUXILIAR y no TRABAJADOR debido a que existen atributos específicos de una de las entidades y además cada una de ellas establece una relación concreta con otras entidades, lo que le da peso específico para existir de manera independiente.

Debemos recordar que las entidades que componen la especialización heredan los atributos de la entidad más general y se le añaden los atributos propios si los tuviera.

Con estos recordatorios podemos considerar:

MEDICO(DNI_medico, nombre, sueldo, direccion, telefono, especialidad)
AUXILIAR(DNI_auxiliar, nombre, sueldo, direccion, telefono)

2.3. Paso a tablas de las relaciones y posibles atributos.

Ya hemos generado las primeras tablas de las entidades y los casos especiales, vamos a realizar el paso a tablas de las relaciones, para lo que debemos de fijarnos en el tipo de cardinalidad de la relación. Las relaciones **muchos a muchos siempre se convierten en tabla**, las **relaciones uno a uno dependerá de las cardinalidades de las entidades** que participan en la relación y las relaciones **uno a muchos normalmente se propagará la clave principal** de la entidad que tiene la cardinalidad máxima 1 en el diagrama E/R hasta la entidad que tiene la cardinalidad máxima N salvo algún caso excepcional.

- **Paso a tabla de las relaciones con cardinalidad muchos a muchos:** Si nos fijamos en el diagrama E/R no disponemos en este caso de ninguna relación de este tipo.
- **Paso a tabla de las relaciones con cardinalidad uno a uno:** Si nos fijamos en el diagrama E/R no disponemos en este caso de ninguna relación de este tipo.
- **Paso a tabla de las relaciones uno a muchos:** Podemos observar que todas las relaciones son de este tipo, con cardinalidad mínima uno de la entidad que participa a uno, por lo que todas las relaciones son candidatas a propagar la clave primaria de la relación que participa con cardinalidad 1 a la relación que participa con cardinalidad N, salvo que la relación tenga atributos propios, como es el caso de “alojado” que estudiaremos especialmente. Así pues comencemos a propagar las claves y a modificar las tablas iniciales que ya teníamos:

En la relación 1:N “ubicada” entre PLANTA y HABITACIÓN, se propaga la clave de la entidad que participa con uno (PLANTA) a la tabla generada por la entidad que participa con muchos (HABITACIÓN), quedando la tabla de la siguiente forma:

HABITACION(num habitacion, cant_camas, observaciones, num_planta)

En la relación 1:N “*emite*” entre MÉDICO y DIAGNÓSTICO, se propaga la clave de la entidad que participa con uno (MÉDICO) a la tabla generada por la entidad que participa con muchos (DIAGNÓSTICO), quedando de la siguiente forma:

DIAGNOSTICO (cod_diagnostico, fecha, informe, DNI_enfermo, DNI_medico)

En la relación 1:N “*asignada*” entre AUXILIAR y PLANTA, se propaga la clave de la entidad que participa con uno (PLANTA) a la tabla generada por la entidad que participa con muchos (AUXILIAR), quedando la tabla de la siguiente forma:

AUXILIAR (DNI_auxiliar, nombre, sueldo, direccion, telefono, num_planta)

En la relación 1:N “*presenta*” entre DIAGNÓSTICO y ENFERMO, debemos recordar que ya hemos propagado la clave de la entidad débil a la entidad fuerte de la que depende, por lo que ya hemos realizado el paso a tabla de esta relación.

En el caso de la relación 1:N “*alojado*” entre ENFERMO y HABITACIÓN comprobamos que la relación tiene atributos propios. Si se optara por la propagación de atributos tendríamos que pasar además de la clave de la entidad que participa con uno en la relación, también los atributos de la relación a la entidad que participa con muchos, quedando como resultado la siguiente tabla:

ENFERMO (DNI, cod_enfermo, nombre, direccion, teléfono, fec_nac, edad, num_hab, fec_entrada, fec_salida)

De este modo, tendríamos la tabla rellena con datos como los que vemos en el siguiente ejemplo, donde hemos omitido algunos campos que son atributos de la entidad ENFERMO. Si nos fijamos, cada registro correspondiente a un enfermo, por ejemplo, el de dni 12345678 hará que se almacene cada vez su nombre, su dirección, y su teléfono, además de su DNI y el resto de atributos. Es decir, se van a repetir muchos datos en cada tupla que se almacene en la relación.

ENFERMO

DNI	NºHAB	F_ENTRA	F_SALIDA	Nombre
12345678	123	12/05/2007	30/05/2007	José Luis Pérez
23456789	201	13/05/2007	25/05/2007	Antonio Gómez
12345678	176	18/06/2007	02/07/2007	José Luis Pérez
25836941	500	18/06/2007	30/07/2007	Ceferino Panivino
12345678	123	08/09/2007	22/10/2007	José Luis Pérez

Por tanto, esta opción no es válida y se opta **NO PROPAGAR LA CLAVE** sino por la **creación de la tabla alojado**. La clave de esa nueva relación estará constituida por los tres campos DNI, num_habitacion y fecha_entrada. El campo num_habitacion y DNI son claves foráneas a sus respectivas tablas. Si nos fijamos en el campo fecha_entrada también pertenece a la CP de esta tabla porque podríamos tener que un mismo enfermo ingrese en la misma habitación pero en fechas de entrada distintas. Por eso, para poder identificar unívocamente cada ocurrencia de esta tabla necesitaremos una clave primaria formada por estos tres campos.

alojado (num_habitacion, DNI, fec_entrada, fec_salida)

2.4. Representación del modelo relacional.

Para la representación del modelo relacional, identificaremos en cada una de las tablas resultantes las claves primarias con un subrayado continuo y las claves foráneas o ajenas con un subrayado discontinuo. Además, representaremos mediante una flecha las relaciones entre todas las tablas quedando la representación de la siguiente forma:

