

UNIDAD 2. MODELO ENTIDAD RELACIÓN

El objetivo de esta unidad es presentar los conceptos principales del Modelo Entidad Relación (MER), que es un modelo de datos conceptual de alto nivel muy utilizado en la etapa de definición de una base de datos. Según la clasificación vista en la unidad 1 sobre modelos de datos, el MER es un modelo lógico basado en objetos.

Existen muchas variaciones del modelo, en cuanto a notación y a expresión de restricciones semánticas en el mismo.

1. Etapas Principales en la definición de una base de datos.

El primer paso en la definición de una base de datos es la **recolección y análisis de requerimientos**, durante la cual los diseñadores entrevistan a los futuros usuarios de la base de datos para entender y documentar sus requerimientos de información. El resultado de este paso será un conjunto de requerimientos del usuario redactado en forma concisa. Estos requerimientos deben especificarse en la forma más detallada y completa que sea posible.

Una vez recabados y analizados todos los requerimientos, el siguiente paso es crear un esquema conceptual para la base de datos mediante un modelo de datos conceptual de alto nivel. Este paso se denomina **diseño conceptual de la base de datos**. El esquema conceptual es una descripción concisa de los requerimientos de información de los usuarios, y contiene descripciones detalladas de los tipos de datos, las relaciones, y las restricciones; éstas se expresan mediante los conceptos del modelo de datos de alto nivel. Puesto que estos conceptos no incluyen detalles de la implementación, suelen ser más fáciles de entender, de modo que pueden servir para comunicarse con usuarios no técnicos. El esquema conceptual de alto nivel también puede servir como referencia para asegurarse de satisfacer todos los requerimientos de los usuarios. Este enfoque permite a los diseñadores de la base de datos concentrarse en especificar las propiedades de los datos, sin preocuparse por detalles de almacenamiento; en consecuencia, tienen menos problemas para elaborar un buen diseño conceptual.

Otro paso fundamental en el proceso de diseño consiste en implementar de hecho la base de datos en un SGBD comercial. En el que se construye un esquema conceptual traduciéndolo desde el modelo de datos de alto nivel al modelo de datos de la implementación. Este paso se denomina **diseño lógico de la base de datos o transformación de modelos de datos**, y su resultado es un esquema de base de datos especificado en el modelo de datos de implementación del SGBD. En nuestro caso en particular, el MER que representemos se traducirá al modelo de datos relacional.

Existen otros pasos en el diseño de una base de datos, como lo son la especificación de transacciones y el modelo físico de la base de datos pero ellos escapan a los contenidos de nuestro curso.

2. Conceptos del MER.

Los modelos entidad-relación (MER) (a veces denominado por su siglas, E-R "Entity relationship") son una herramienta para el modelado de datos de un sistema de información. Estos modelos expresan entidades *relevantes* para un sistema de información, sus interrelaciones y propiedades.

El modelo E/R permite al diseñador concebir la base de datos a un nivel superior de abstracción, aislándolo de consideraciones que tienen que ver con la máquina y los usuarios que la utilizan.

Es un modelo mediante el cual se pretende “visualizar” los objetos que pertenecen a la Base de Datos como **entidades**, las cuales tienen unos atributos y se vinculan mediante **relaciones**.

Especificar un MER consiste generalmente en los siguientes pasos:

1. Se parte de una descripción textual del problema o sistema de información a automatizar (los requisitos).
2. Se hace una lista de los sustantivos y verbos que aparecen.
3. Los **sustantivos** son posibles **entidades** o **atributos**.
4. Los **verbos** son posibles **relaciones**.
5. Analizando las frases se determina la cardinalidad de las relaciones y otros detalles.
6. Se especifica el modelo entidad-relación.
7. Se completa el modelo con listas de atributos y una descripción de otras restricciones que no se pueden reflejar en el diagrama.

El MER describe los datos como entidades, relaciones entre entidades y atributos. La sección 2.1. describe los conceptos de entidades y sus atributos; la sección 2.2. detalla los tipos de entidades y los atributos clave, y la sección 2.3. incluye las relaciones entre las entidades y sus restricciones estructurales.

2.1. Entidades y atributos.

El objeto básico que se representa en el MER es la **entidad**: un cosa del mundo real con existencia independiente. Una entidad puede ser un objeto con existencia física –una cierta persona, un socio de una biblioteca, un libro, un documento técnico o un empleado, etc. – o un objeto con existencia conceptual, como una compañía, un puesto de trabajo o un curso universitario. Cada entidad tiene propiedades específicas, llamadas **atributos**, que la describen. Por ejemplo, una entidad empleado puede describirse por su nombre, su DNI, su dirección, su salario y su puesto de trabajo. Una entidad particular tendrá un **valor** para cada uno de sus atributos; los valores de los atributos que describen a cada entidad constituyen una parte decisiva de los datos almacenados en la base de datos.

La Figura 1 muestra una tabla correspondiente a la entidad EMPLEADOS, con los valores de los atributos anteriormente nombrados. La tabla contiene 5 empleados, o cinco instancias del tipo entidad EMPLEADOS.

EMPLEADOS.

Nombre	DNI	Dirección	Salario	Telefonos	Puesto
Ernesto García	34.232.242	Juan B. Justo 23	780	4497852	Técnico sup. de Empresas
Juan José García	24.452.242	Ant. Argentina 217.	2.300	449124; 156145247	Gerente de la Empresas
Amalia Reyes Molina	14.223.678	Corrientes 267	1.220	4475821	Secretaria Adjunta.
Amalia Reyes Molina	14.223.678	Corrientes 267	1.220	4497852; 156234587	Secretaria Privada
Gilberto Mac Donald.	26.345.890	Bs. As 1234 4to. B	2.500	154235874	Consultor de la empresa

Fig. 1. Ejemplo de datos sobre empleados

La estructura genérica que describe un conjunto de entidades aplicando la abstracción de clasificación se denomina *tipo de entidad*, mientras que entidad es cada uno de los ejemplares o instancias de ese tipo de entidad; por lo tanto el tipo de entidad es el resultado de la clasificación de una colección de entidades del mismo tipo.

Tipos de Atributos.

En el MER se incluyen generalmente, distintos tipos de atributos: *simples* y *derivados*. Primero definiremos estos tipos de atributos e ilustraremos su uso mediante ejemplos.

En su mayoría, los atributos tienen un solo valor para una entidad en particular, y reciben el calificativo de atributos simples. Por ejemplo, Salario es un atributo simple, Edad es un atributo monovaluado de Persona.

En algunos casos se relacionan dos (o más) valores de atributos: por ejemplo, los atributos Edad y Fecha de Nacimiento de una persona. Para una entidad persona en particular, el valor de Edad se puede determinar a partir de la fecha actual y el valor de Fecha de Nacimiento de esa persona. Por tanto, se dice que el atributo Edad es un atributo **derivado**, y que es derivable del atributo Fecha de Nacimiento, el cual es un atributo **almacenado**. Algunos valores de atributos se pueden derivar de entidades relacionadas, por ejemplo, es posible derivar un atributo Numero_de_Empleados de una entidad Departamento si se cuenta el número de empleados relacionados con ese departamento (que trabajan en él).

En algunos casos, una cierta entidad podría no tener ningún valor aplicable para un atributo. Por ejemplo, el atributo Piso y el atributo Departamento correspondientes a la dirección de una persona solo estaría especificado para aquellas personas que viven en edificios de departamentos. En situaciones de este tipo, en la base de datos, se ingresa un valor especial llamado nulo (en inglés, NULL). También podemos usar nulo si no conocemos el valor de un atributo para una entidad específica; por ejemplo, si no sabemos cuál es el teléfono de un empleado. Por ello, el valor nulo puede tener dos significados: **no aplicable** (el caso de numero de piso y departamentos para algunos

empleados que no vivan en edificios), o **desconocido** (por ejemplo, para el caso que no sepamos cuál es el teléfono de una persona).

La categoría desconocido del valor nulo puede aplicarse en uno de dos casos. El primero se da cuando se sabe que el valor del atributo existe, pero **falta**, por ejemplo, cuando aparece como nulo el valor del atributo Altura de una persona. El segundo caso ocurre cuando **no se sabe** si el valor del atributo existe; por ejemplo, cuando aparece como nulo el valor del Teléfono de una persona.

2.2 Entidades, conjuntos de valores y atributos claves.

Las entidades se representan en el MER por medio de rectángulos que encierran el nombre de la entidad. Los nombres de los atributos se encierran en elipses y se conectan con su entidad por medio de líneas rectas. Los atributos derivados se encierran en elipses punteadas.

Una entidad describe el esquema para un conjunto de instancias que comparten una misma estructura. Una buena práctica de diseño es nombrar a las entidades utilizando sustantivos escritos en plural.

Atributos clave de una entidad.

Una restricción importante de las entidades es la restricción de clave o de unicidad de los atributos. Las entidades siempre tienen un atributo (o un conjunto de atributos) cuyo valor es distinto para cada instancia individual. Los atributos de esta naturaleza se denominan atributos clave, y sus valores pueden servir para identificar unívocamente a cada instancia.

En el caso de la entidad PERSONA, un atributo clave característico es DNI. Hay ocasiones en que varios atributos juntos constituyen una clave, o sea que la combinación de los valores de los atributos es distinta para cada entidad individual. En la notación del MER, el nombre de todo atributo clave aparece subrayado dentro de la elipse.

Especificar que un atributo es una clave de una entidad significa que la propiedad de unicidad antes mencionada se debe cumplir para la entidad independientemente de la colección de instancias que pueda tener en un momento determinado. Por tanto, es una restricción que prohíbe que cualesquiera dos instancias de la entidad tengan simultáneamente el mismo valor para un atributo clave.

Algunas entidades tienen más de una clave. Por ejemplo, el ISBN, y por otro lado, el número de inventario pueden identificar unívocamente a un libro. Pero en el MER solo marcamos una única clave para cada entidad.

Dominios de los atributos.

Cada uno de los atributos simples de una entidad está asociado a un conjunto de valores (o dominio), que especifica los valores que es posible asignar a ese atributo para cada instancia de la entidad. Por ejemplo, si el intervalo de edades permitidas para empleados es de 16 a 80 años, podemos especificar el conjunto de valores del atributo Edad de EMPLEADO como el conjunto de números enteros entre 16 y 80.

Otros ejemplos de posibles dominios pueden ser:

- El dominio del atributo Altura de una entidad PERSONA, pueden ser valores Reales superiores a 1,5 m. e inferiores a 2.5 m.
- El dominio del atributo Nombre de una entidad PERSONA, pueden ser cadenas de 70 caracteres.

2.3. Relaciones, Roles y Restricciones Estructurales.

Una relación R entre n entidades E_1, E_2, \dots, E_n define un conjunto de asociaciones entre instancias de estas entidades.

Denominaremos *tipo de relación* a la estructura genérica que describe un conjunto de relaciones, mientras que relación será cada uno de los ejemplares concretos; por lo tanto el tipo de relación es el resultado de clasificar un conjunto de relaciones.

Por ejemplo consideremos la relación PERTENECE_A (Figura 2) entre las entidades EMPLEADOS y DEPARTAMENTOS que asocia a cada empleado con el departamento al que pertenece. Cada instancia de PERTENECE_A asocia una instancia empleado y una instancia departamento.

En el MER, las relaciones se representan con rombos conectados mediante líneas rectas con los rectángulos que representan a las entidades participantes. El nombre de la relación aparece dentro del rombo.

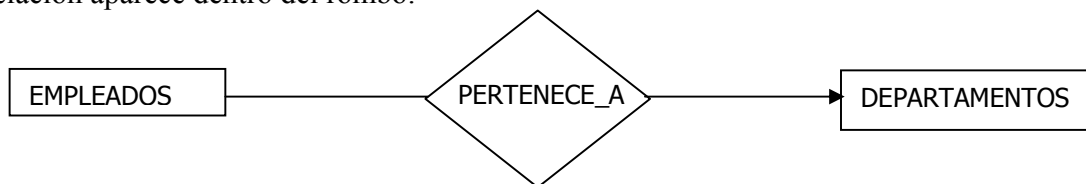


Figura 2: Ejemplo de Relación

Una buena práctica de diseño es nombrar a las relaciones utilizando verbos y no sustantivos.

Grado de una relación.

El grado de una relación es el número de entidades que participan en ella. Así, la relación PERTENECE_A es de grado dos. Las relaciones de grado dos se llaman relaciones binarias, y las de grado tres se llaman ternarias.

La Figura 3 muestra una relación binaria denominada Imparte que asocia las relaciones PROFESORES y CURSOS.

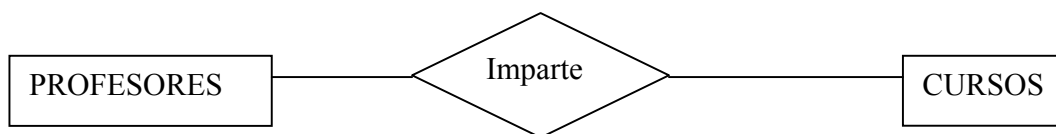


Figura 3: Ejemplo de una relación binaria.

Un posible ejemplo de una relación ternaria es SUMINISTRAR, la cual asocia instancias de las relaciones PROVEEDOR, COMPONENTE Y PROYECTO, siempre y cuando un

proveedor v provea el componente c al proyecto p . La Figura 4 muestra la relación ternaria SUMINISTRAR.

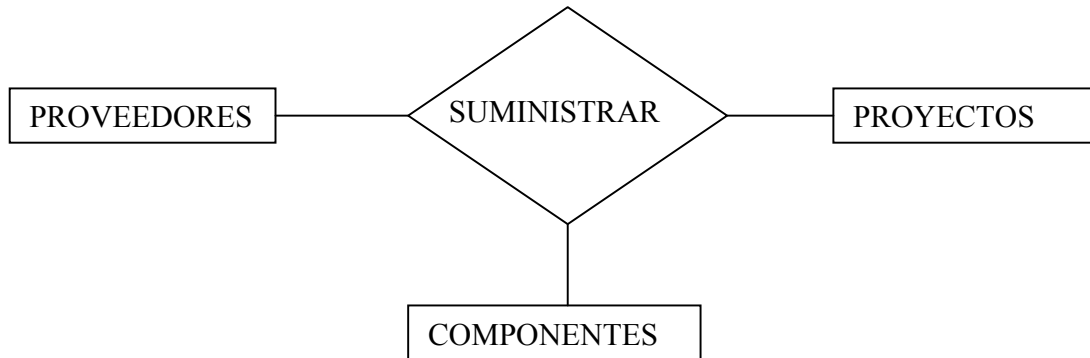


Figura 4. Un ejemplo de una relación ternaria.

Los grados de relación más comunes son binarias.

Restricciones Estructurales sobre las relaciones.

Las relaciones suelen tener ciertas restricciones que limitan las posibles combinaciones de instancias de entidades que pueden estar asociadas a través de la relación. Estas restricciones se determinan a partir de la situación del minimundo; por ejemplo, la base de datos COMPAÑÍA tiene una regla de que un empleado sólo puede trabajar para un departamento, nos gustaría describir esta relación en el esquema. Podemos distinguir dos tipos principales de restricciones de relaciones: cardinalidad y participación.

Restricción de Cardinalidad.

Especifica el número de instancias de la relación, en las que puede participar una entidad. También se denomina tipo de correspondencia. En otras palabras, es el número máximo de ejemplares de un tipo de entidad que puede estar asociado en una determinada relación con un ejemplar de otro tipo.

La relación binaria PERTENECE_A entre DEPARTAMENTOS y EMPLEADOS tiene cardinalidad 1: N (Ver Figura 2), lo que significa que cada departamento puede estar relacionado con muchos empleados, pero un empleado sólo puede estar relacionado con un departamento.

Las cardinalidades de relación más comunes son: 1:1; 1:N y M:N.

Un ejemplo de relación 1: 1 es DIRIGE (Ver Figura 5), que relaciona una entidad PROFESORES, con el CURSOS que dirige. Esto representa las restricciones del minimundo de que un profesor sólo puede dirigir un curso, y de que un curso sólo tiene un profesor que lo dirige.

La relación SE_MATRICULA (Ver Figura 5), tiene cardinalidad N:M, ya que la regla especifica que un alumno se puede matricular en varios cursos y que en un curso se matriculan varios alumnos.

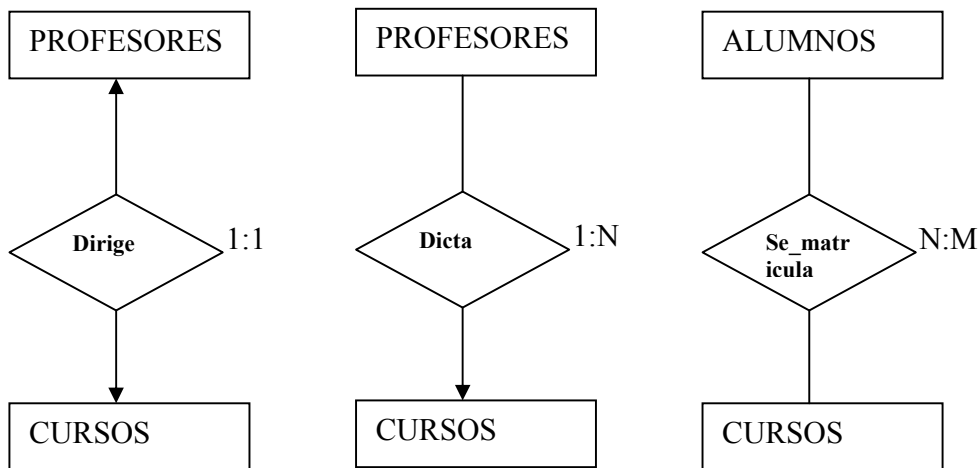


Figura 5: Ejemplos de Relaciones con diferentes cardinalidades o diferentes tipos de correspondencia.

Nota: Como leemos las relaciones de la Figura 5?

- La relación dirige es una relación 1: 1, o una relación uno-uno. Se lee de la siguiente forma: si la leemos desde PROFESORES hacia CURSOS, decimos “un profesor dirige un curso”. Si la leemos desde CURSOS hacia PROFESORES, decimos “un curso es dirigido por un profesor”.
- La relación dicta es una relación 1:N o una relación 1-muchos. Se lee, en el sentido de PROFESORES hacia CURSOS de la siguiente forma: “un profesor dicta un único curso”. En el sentido de CURSOS hacia profesor “un curso es dictado por varios profesores”.
- La relación se_matricula es una relación o una relación muchos-muchos. Se lee de la siguiente forma: si la leemos desde ALUMNOS hacia CURSOS, decimos “un alumno se matricula en varios cursos”. Si la leemos desde CURSOS hacia ALUMNOS, decimos “en un curso se matriculan varios alumnos”.

Atributos en las relaciones.

Las relaciones también pueden tener atributos similares a los de las entidades. Por ejemplo, para registrar el numero de horas por semana que un empleado puede trabajar en un proyecto podemos incluir un atributo Horas, para el tipo de vínculos TRABAJA_EN.

Ejemplo: Supongamos que un empleado puede trabajar en diferentes proyectos. Y en cada proyecto trabaja una cantidad determinada de horas. Y, se desea registrar la cantidad de horas que trabaja en cada proyecto. La figura 6 muestra este modelo, en el cual es imprescindible modelar un atributo en la relación trabaja.

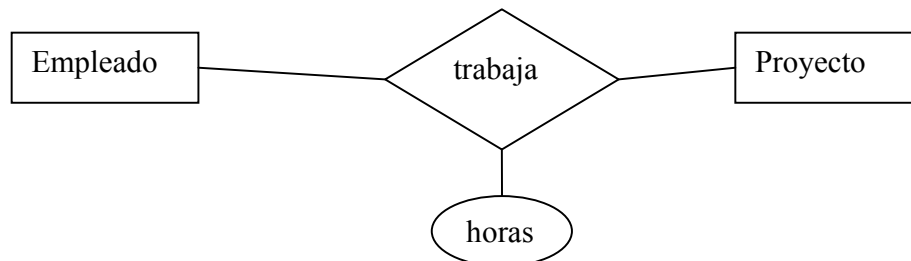


Figura 6: Ejemplo 1 de un atributo en la relación.

Otro ejemplo, es el de la Figura 7. Supongamos que los jockey corren diferentes carreras con distintos color de camiseta, y deseamos almacenar en nuestra base de datos que color de camiseta utilizo en cada carrera.

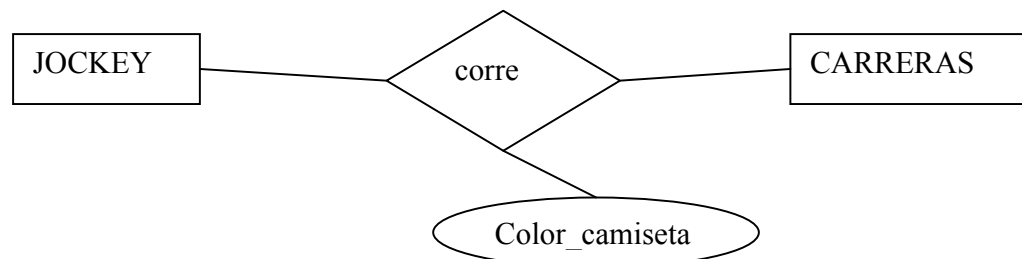


Figura 7: Ejemplo 2 de un atributo en la relación.

Hay que tener siempre presente que solamente modelamos un atributo en una relación cuando es imposible representarlo en alguna de las entidades relacionadas. Por ejemplo, en el último caso, no es conveniente almacenarlo en la entidad JOCKEY, porque solo podríamos almacenar un único valor de color de camiseta, y como sabemos el JOCKEY utiliza diferentes camisetas de distinto color en cada carrera. Por otro lado no podemos modelar el color de camiseta en carrera, porque en cada carrera corren distintos jockeys, y solo podríamos tener el valor un solo color de camiseta.

Nombre de Roles

Toda entidad que participa en una relación desempeña un rol o papel específico. Por ejemplo en la relación PERTENECE_A, EMPLEADO desempeña el rol de empleado o trabajador y DEPARTAMENTO tiene el papel de departamento.

No son necesarios los nombres de roles en las relaciones en los que todas las entidades participantes son distintas, ya que cada nombre de la entidad se puede usar como nombre del rol. Sin embargo, en algunos casos la misma entidad participa más de una vez en una relación con diferentes roles. En tales casos el nombre del rol resulta

indispensable para distinguir el significado de cada participación. Este tipo de relaciones se llaman recursivas. La relación SUPERVISIÓN de la fig. 3 relaciona un empleado con un supervisor, el cual también es un empleado. Las instancias empleado y supervisor son ambas miembros de la misma entidad EMPLEADO. En otras palabras, la relación EMPLEADO participa dos veces en SUPERVISIÓN: una vez en el rol de *supervisor*, y una vez en el rol de *supervisado*.

El rol en otras palabras, es la función que cada uno de los tipos de entidad realiza en el tipo de relación; se representa poniendo el nombre del rol en el arco que une cada tipo de entidad con el tipo de relación. Siempre que no exista ambigüedad se suele prescindir de representar el papel. Ver ejemplo en Figura 8. En este caso no es necesario explicitar los roles.

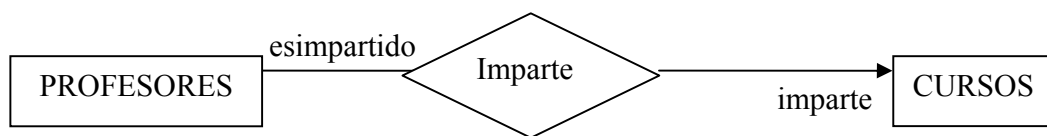


Figura 8: Ejemplo de Roles

Nota: Esta porción del modelo se lee de la siguiente manera: en el sentido de PROFESORES hacia CURSOS: “1 profesor imparte 1 único curso, en el sentido de CURSOS hacia PROFESORES: “un curso es impartido por muchos profesores”.

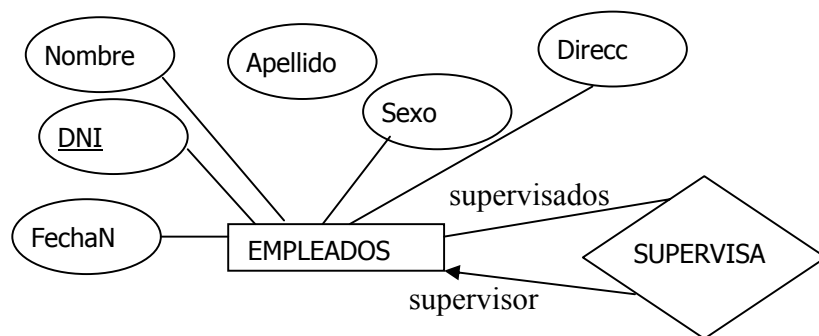


Figura 9: Ejemplo de Relación con roles.

Nota: La relación IMPARTE (ver Figura 9) se lee de la siguiente forma: En el sentido de EMPLEADOS hacia EMPLEADOS -de arriba hacia abajo-: “1 empleado es supervisado por un único empleado supervisor”. En el sentido de EMPLEADOS hacia EMPLEADOS -de abajo hacia arriba-: “un empleado supervisor supervisa muchos empleados”.

Observación.

Como práctica general, dada una descripción narrativa de los requerimientos de la base de datos, los sustantivos que aparezcan en la narración tenderán a originar nombres de entidades y los verbos tenderán a indicar nombres de relaciones. Los nombres de los

atributos generalmente surgen de los sustantivos adicionales que describen a los sustantivos correspondientes a las entidades. Otra consideración en lo referente a los nombres, es que las relaciones deben elegirse de modo que el MER se pueda leer de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

2.4 Ejemplo

A continuación se describe el ejemplo completo que ha sido utilizado en secciones anteriores.

Ejemplo 1.

Describiremos una base de datos llamada COMPAÑÍA, que servirá para ilustrar los conceptos del MER. Aquí vamos a mencionar los requerimientos de información de esta base de datos, y en seguida crearemos su modelo conceptual paso por paso al tiempo que presentamos los conceptos de modelado que intervienen en el MER. La base de datos COMPAÑÍA se ocupa de los empleados, departamentos y proyectos de una empresa. Vamos a suponer que, una vez concluida la etapa de recolección y análisis de requerimientos, los diseñadores de la base de datos redactaron la siguiente descripción del “minimundo” (la parte de la compañía que se representará en la base de datos):

1. La compañía está organizada en departamentos. Cada departamento tiene un nombre único, un número único y un empleado que lo dirige, y nos interesa la fecha en que dicho empleado comenzó a dirigir el departamento.
2. Cada departamento controla un cierto número de proyectos, cada uno de los cuales tiene un nombre y un número único, y se efectúa en un solo lugar.
3. Almacenaremos el DNI, el nombre, dirección, salario, sexo y fecha de nacimiento de cada empleado. Todo empleado está asignado a un departamento, pero puede trabajar en varios proyectos, que no necesariamente estarán controlados por el mismo departamento. Nos interesa el número de horas por semana que un empleado trabaja en cada proyecto, y también quién es el supervisor de cada empleado.

La Figura 10 muestra como se puede modelar el esquema de esta aplicación de base de datos mediante la notación gráfica conocida como Modelo Entidad Relación.

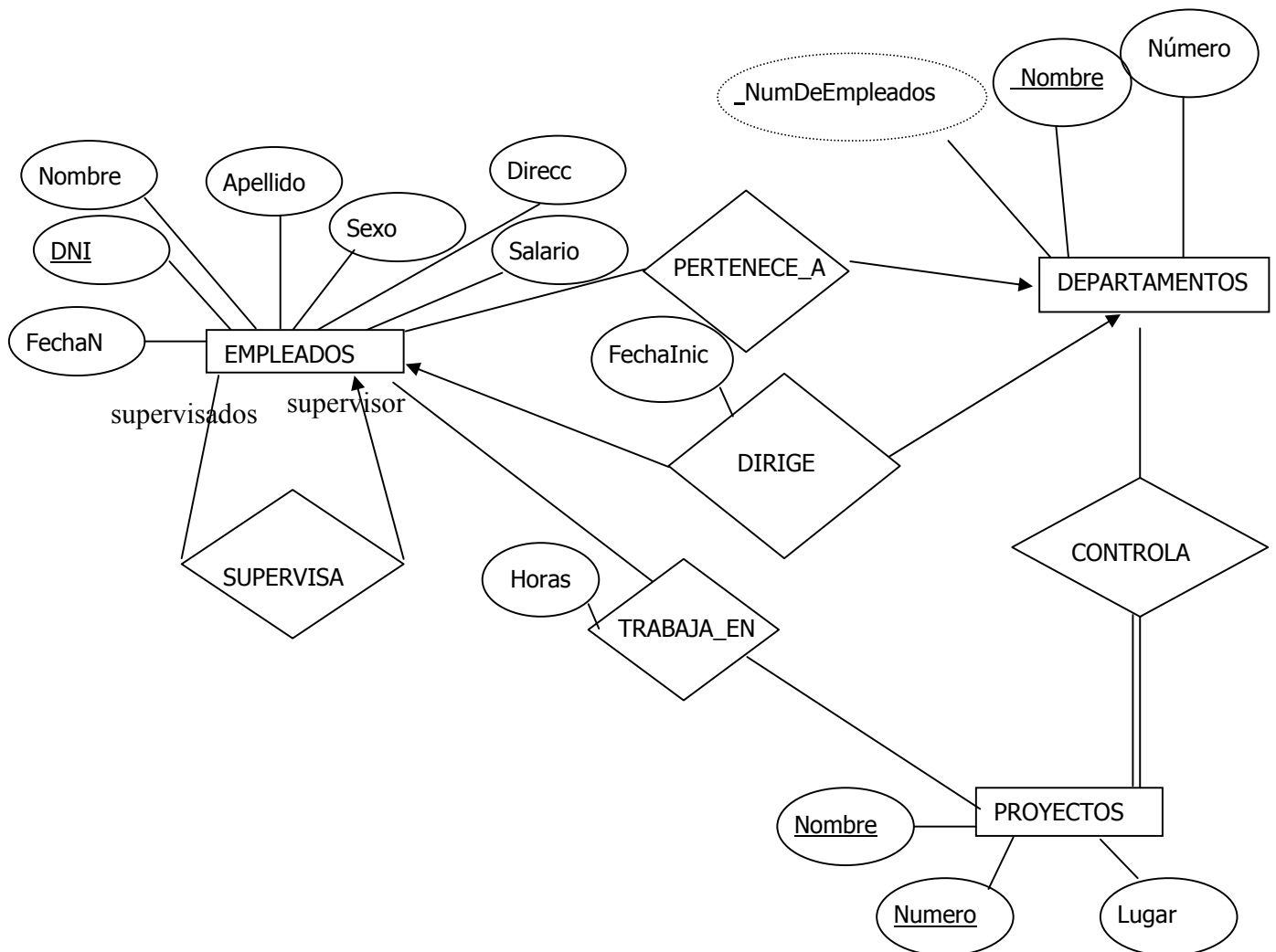


Figura 10. Ejemplo de un MER sobre una Compañía.

MAS SOBRE CLAVES.

- **Claves:** Como dijimos anteriormente una clave es un atributo que determina unívocamente a un ejemplar de un tipo de entidad. El modelo entidad - relación exige que cada entidad tenga un identificador, se trata de un atributo o conjunto de atributos que identifican de forma única a cada uno de los ejemplares de la entidad. De tal forma que ningún par de ejemplares de la entidad puedan tener el mismo valor en ese identificador. Un ejemplo de identificador es el atributo DNI que, en la entidad PERSONAS, identifica de forma única a cada uno de las personas. Estos identificadores reciben en nombre de Identificador Principal (IP) o Clave Primaria (PK - Primary Key-). Se puede dar el caso de existir algún identificador más en la

entidad, a estos identificadores se les denomina Identificadores Candidatos (IC). La clave puede ser un atributo ya en uso o podría ser un atributo agregado para ser utilizado como clave. En el diagrama la clave se representa con el nombre de los atributos que participan subrayados.

- **Superclave:** Dado un tipo de entidades E, se llama superclave a cualquier conjunto de atributos que permita distinguir a todas las entidades de cualquier instancia válida de E. Si alguno de los atributos de la superclave corresponde a otro tipo de entidad F se debe verificar:
 - E y F deben participar en un tipo de relación binaria R en la que F debe tener una restricción de cardinalidad ≤ 1 .
 - Los atributos que F aporta para la clave candidata de E deben ser atributos de una clave candidata de F.
 - La participación de E en R debe ser total.
 - Propiedad: Si S es una superclave y S está incluido en S', entonces S' superclave
- **Clave candidata:** Se llama clave candidata de un tipo de entidad a una superclave que no contiene ningún subconjunto que también sea superclave. (Conjunto mínimo de atributos que forma una superclave).
- **Clave primaria:** Se llama clave primaria a la clave candidata seleccionada por el diseñador para distinguir entre las entidades de cada instancia.