

TEMARIO

- 1.1 Glosario de Términos
- 1.2 Introducción
- 1.3 Uso de modelos conceptuales para el diseño de bases de datos
- 1.4 Aplicando lo aprendido. Ejemplo de una aplicación de bases de datos
- 1.5 Tipo de entidad, conjuntos de entidad, atributos y claves
 - 1.5.1 Entidades y atributos.
 - 1.5.2 Tipos de entidades, conjuntos de entidades, claves y conjuntos de valores
- 1.6 Diseño conceptual inicial de la base de datos Empresa (Ejercicio)
- 1.7 Relaciones, tipos de relaciones, roles y restricciones estructurales
 - 1.7.1 Relaciones
 - 1.7.2 Grado de relación, nombres de rol y relaciones recursivas
 - 1.7.2 Restricciones sobre las relaciones
 - 1.7.3 Atributos en las relaciones
- 1.8 Entidades débiles
- 1.9 Refinamiento del diseño ER para la base de datos EMPRESA.
- 1.10 Ejemplos paso a paso
- 1.11 Ejercicios Propuestos
- 1.12 Resumen

MODELADO DE DATOS UTILIZANDO EL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN

Tal como dice el título de este capítulo, la idea fundamental es explicarte el proceso para construir un modelo de una base de datos (conocido como modelo de datos). Específicamente utilizaremos el modelo Entidad-Relación ya que es un modelo muy sencillo de entender.

En primer lugar te explicaremos un conjunto de conceptos técnicos que debes comprender. En segundo lugar describiremos las características principales del modelo Entidad-Relación para finalizar con un conjunto de directrices que te ayudarán a crear un modelo de datos correcto.

Este capítulo dispone de un conjunto de ejercicios resueltos y otros propuestos para que practiques.

1.1 Glosario de términos

Aplicación de bases de datos: se refiere a una base de datos en particular y a los programas asociados, que implementan las consultas y actualizaciones de la base de datos. Un ejemplo de aplicación de bases de datos (o BD) es la BD de un banco, la que almacena información de las cuentas de clientes. Otro ejemplo, es la BD de la Universidad en donde se almacena información de las carreras, las asignaturas que imparten, de los alumnos, de los profesores y de las calificaciones de cada alumno en las distintas asignaturas.

Atributo: representa una propiedad de interés de una entidad. Por ejemplo, propiedades de interés de un alumno serían: su Rut, nombre, dirección y ciudad donde vive, fono, email, fecha de nacimiento, entre otros.

Base de datos: es una recopilación de datos e información, con fines o propósitos referidos a un tema en particular. Un ejemplo de una base de datos es la información y datos de clientes de un banco, además se almacena información de las cuentas corrientes, préstamos, tarjetas de crédito, entre otros.

Consultas: es el método para acceder a datos almacenados en una base de datos. Con ellas podemos borrar, mostrar, modificar y agregar datos en una base de datos. Por ejemplo, podemos agregar o eliminar un nuevo cliente.

Documentación: redacción de un documento con cada una de las tareas, funcionalidades y procesos realizados en una actividad en particular. Ejemplos de documentaciones son manuales de usuario, instrucciones, bitácoras, informes, etc.

Entidad: es la representación de un objeto o concepto del mundo real que se describe en una base de datos. Ejemplos de entidades serían: cliente, empleado, proyecto, producto, etc. Observa que cada entidad posee un conjunto de atributos. Por ejemplo, los atributos de un proyecto podrían ser: código de identificación, nombre, fecha de inicio, fecha de término, presupuesto.

Nota: Las entidades siempre poseen atributos. Entonces cualquier cosa que no tenga sus propias características no sería una entidad. Por ejemplo, el Rut de una persona no es una entidad, ya que no posee atributos, sólo un tipo de datos y algún reglamento que lo crea.

Esquema conceptual: es una descripción concisa de los requisitos de información de los usuarios, y contiene descripciones detalladas de los tipos de entidad, vínculos y restricciones; estas se expresan mediante los conceptos del modelo de datos de alto nivel. Explicaremos con más detalle este esquema más adelante.

Archivos de base de datos: es un conjunto de programas cuyo objetivo es servir de interfaz gráfica entre el usuario, la base de datos y las aplicaciones.

GUI: Graphic User Interface, en español, interfaz gráfica de usuario. Es una interfaz de usuario en la que el usuario interactúa con elementos gráficos de un aparato tecnológico. Ésta permite la comunicación entre el usuario y la máquina.

Implementación: realización y/o aplicación de una práctica, medidas y métodos, entre otros, para concretar alguna actividad, plan o misión. Por ejemplo, implementar una base de datos significa que la creamos en un motor de bases de datos, luego la poblamos con datos para poder manipularlos.

Modelo de bases de datos: conjunto de abstracciones que permiten la construcción de un sistema de base de datos eficiente. El modelo es una representación gráfica de lo que se implementará en el motor de bases de datos.

Relación: se refiere a un vínculo entre dos o más entidades. Por ejemplo, los empleados de una empresa están relacionados con los proyectos porque ellos los administran; en este caso empleados y proyectos son entidades.

Requisitos o requerimientos: es una necesidad de un cliente documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.

Requisitos o requerimientos funcionales: consisten en las operaciones definidas por el usuario (o transacciones) que se aplicarán a la base de datos, e incluyen la obtención de datos y la actualización.

SGBD: Sigla de Sistema de Gestión de Base de Datos.

Transacciones: es un conjunto de órdenes que se ejecutan formando una unidad de trabajo, es decir, en forma indivisible o atómica. Por ejemplo, una transacción puede ser la transferencia de dinero de la cuenta corriente de la persona A a la persona B; en este caso, a la persona A se le restará X dinero y a la persona B se le sumará ese mismo X dinero. La transacción aquí correspondería al proceso completo, o se ejecuta todo el proceso o se deshace todo.

1.2 Introducción

El modelado conceptual es una fase importante en el diseño de una aplicación de base de datos. Como ya sabemos, el término aplicación de base de datos se refiere a una base de datos en particular y a los programas asociados, que implementan las consultas y actualizaciones de la base de datos. A menudo estos programas proporcionan interfaces gráficas de usuario (o GUI, como revisamos anteriormente) fáciles de usar, utilizando formularios y menús. Por lo tanto, parte de la aplicación de la base de datos requerirá el diseño, implementación y prueba de estos programas de la aplicación.

Tradicionalmente, se ha considerado que el diseño y prueba de los programas de aplicación pertenecen más al dominio de la ingeniería de software que al de la base de datos. Sin embargo cada vez es más obvio que existe algo en común entre las metodologías de diseño de base de datos y las de ingeniería de software.

En el siguiente capítulo, seguiremos el enfoque tradicional de centrarse en las estructuras de base de datos y en las restricciones durante el diseño. Te presentaremos los conceptos del modelo entidad-vínculo, o más comúnmente conocido como entidad-relación (ER: Entity-Relationship), que es un modelo conceptual de datos de alto nivel muy utilizado. Este modelo y sus variaciones se emplean a menudo en el diseño conceptual de aplicaciones de bases de datos, y muchas herramientas de diseño de bases de datos emplean sus conceptos. Además, conocerás los conceptos básicos de estructuración de bases de datos y las restricciones del modelo ER, y estudiarás su empleo en el diseño de esquemas conceptuales para aplicaciones de bases de datos.

1.3 Uso de modelos conceptuales para el diseño de bases de datos

Para explicarte con más facilidad el proceso de diseño de base de datos, te presentamos un esquema que muestra una descripción simplificada de éste.

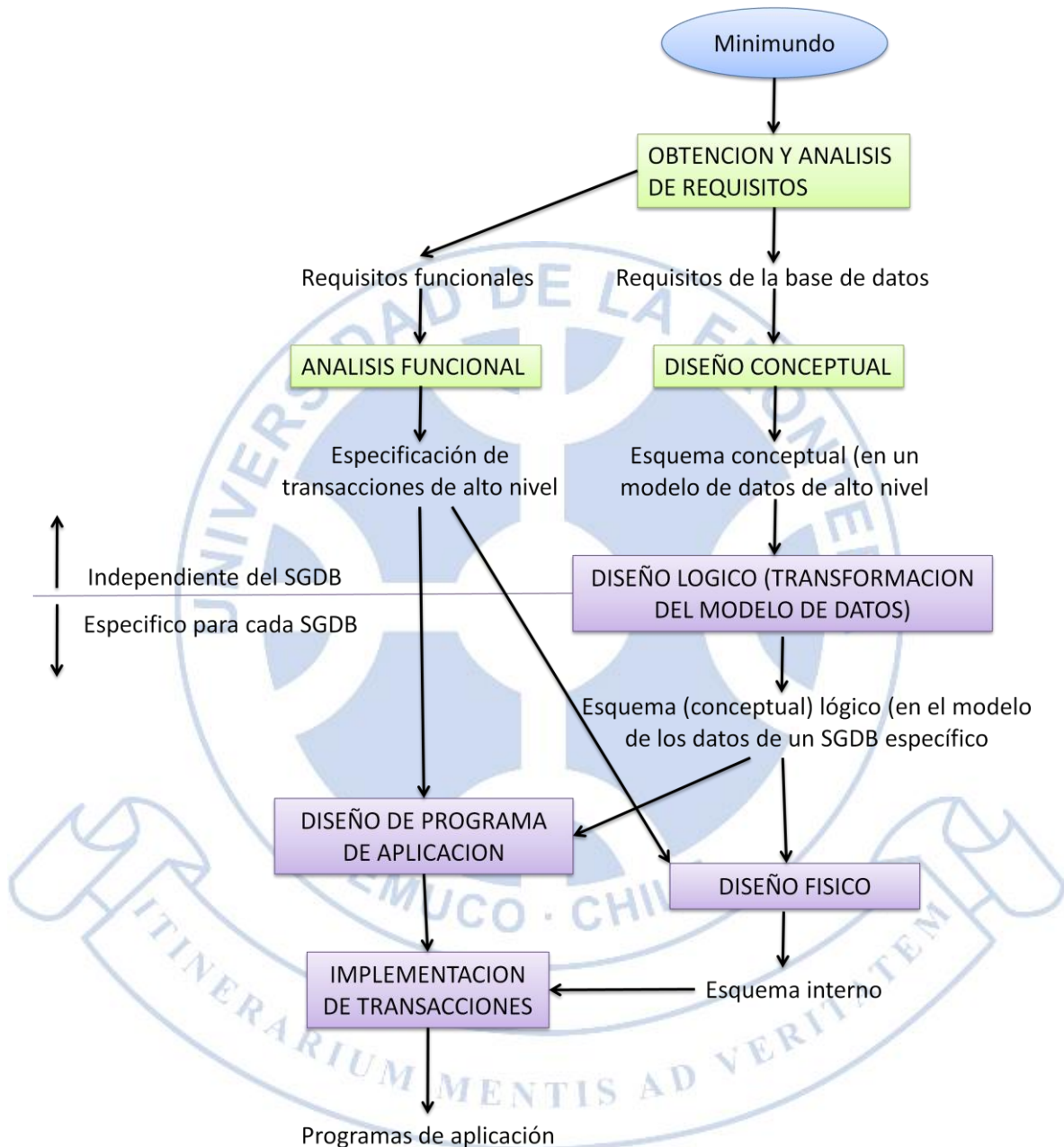


Figura 1. Proceso para el diseño de Bases de Datos

La figura 1 muestra varios pasos para explicar el proceso de diseño de base de datos. El primer paso que aparece es la obtención y análisis de requisitos. En este paso, los diseñadores de la base de datos entrevistan a los futuros usuarios de la base de datos para entender y documentar sus requisitos de datos. El resultado de este paso es un conjunto de requisitos del usuario, redactado de forma concisa. Estos requisitos deben especificarse de la forma más detallada y completa posible, puesto que, la fase de toma de requerimientos es una de las más importantes para el diseño de una base de datos. En paralelo con la especificación de requerimientos de datos, conviene especificar los requerimientos funcionales conocidos de la aplicación. Si vuelves al glosario que te presentamos al inicio de éste capítulo, podrás revisar la definición de requerimientos funcionales.

Los requerimientos de la base de datos se pueden obtener de varias formas. Algunos ejemplos son:

- **Entrevistando** al personal de la empresa, concretamente, a aquellos que son considerados expertos en las áreas de interés.
- **Observando** el funcionamiento de la empresa.
- **Examinando documentos**, sobre todo aquellos que se utilizan para recoger o visualizar información.
- Utilizando **cuestionarios** para recoger información de grandes grupos de usuarios.
- Utilizando la **experiencia** adquirida en el diseño de sistemas similares.

Ejemplo de requerimientos obtenidos

Caso de estudio: El Ministerio de Defensa desea diseñar una Base de Datos para llevar un cierto control de los soldados que realizan el servicio militar. Los datos significativos a tener en cuenta son (requerimientos de la base de datos):

- Un soldado se define por su código de soldado (único), su nombre y apellidos, y su graduación.
- Existen varios cuarteles, cada uno se define por su código de cuartel, nombre y ubicación.
- Hay que tener en cuenta que existen diferentes Cuerpos del Ejército (Infantería, Artillería, Armada, etc.), y cada uno se define por un código de Cuerpo y denominación.
- Los soldados están agrupados en compañías, siendo significativa para cada una de éstas, el número de compañía y la actividad principal que realiza.
- Se desea controlar los servicios que realizan los soldados (guardias, imaginarias, cuarteros, etc.), y se definen por el código de servicio y descripción.

Una vez recogidos y analizados todos los requerimientos, el siguiente paso es crear un esquema conceptual para la base de datos mediante un modelo conceptual de alto nivel. Este paso se denomina diseño conceptual.

Nota: Un **esquema o modelo conceptual** es un modelo que **representa las necesidades de los futuros usuarios** del sistema (en este caso de la base de datos). Por lo tanto debe ser un modelo fácil de entender para todas las personas de la organización.

El modelo conceptual servirá para dar a conocer a los usuarios del sistema lo que el analista (que es parte del equipo de desarrolladores) ha comprendido de las entrevistas y que son las necesidades de ellos. El modelo debiera irse modificando en conjunto, usuarios y analista, hasta obtener un modelo definitivo que represente los datos que manipula la organización.

Por lo tanto este modelo sólo servirá para identificar los datos que se requieren almacenar en una base de datos y cómo están relacionados entre ellos. Pero de ninguna forma servirá para implementar la base de datos en un motor de bases de datos comercial (debido a que no es un modelo exacto).

Una vez diseñado el esquema conceptual o durante el mismo, es posible utilizar las operaciones básicas del modelo de datos para especificar operaciones de usuario de alto nivel identificadas durante el análisis funcional (requerimientos funcionales). Esto también sirve para confirmar que el esquema conceptual satisfaga todos los requerimientos funcionales identificados. Se

puede modificar el esquema conceptual si no resulta factible especificar algunos requerimientos funcionales en el esquema inicial.

El siguiente paso en el diseño de base de datos consiste en implementar la base de datos usando un SGBD (Sistema de Gestión de Base de Datos, definido en el glosario que ya revisaste) comercial. Este paso se denomina diseño lógico o transformación del modelo de datos y su resultado es un esquema de base de datos en el modelo de datos de implementación del SGBD.

Nota: Como el modelo conceptual sólo representa los datos que se requieren almacenar de acuerdo a las necesidades de los usuarios, será necesario transformar dicho modelo a un modelo lógico que explique de manera técnica cómo se implementará en un motor de bases de datos.

Por lo tanto, modelo conceptual y modelo lógico son distintos.

El paso final es la fase de diseño físico, en la cual se especifican las estructuras de almacenamiento internas, los caminos de acceso y las organizaciones de los archivos de la base de datos. En paralelo, se diseñan e implementan programas de aplicación en forma de transacciones de bases de datos, que corresponden a las especificaciones de transacciones de alto nivel.

¿Qué debes saber antes de crear un esquema Entidad-Relación?

Un modelo ER básicamente, describe los datos como entidades, relaciones o vínculos y atributos. Estos elementos son indispensables a la hora de diseñar una base de datos.

Una **entidad** es cualquier objeto u elemento, real o abstracto, acerca del cual se pueda almacenar información en una base de datos.

Ejemplos de entidades hay en todos lados. Entidades son: una persona, una factura, un curso, etc.

Representaremos las entidades con un recuadro como se presenta en la figura 2.

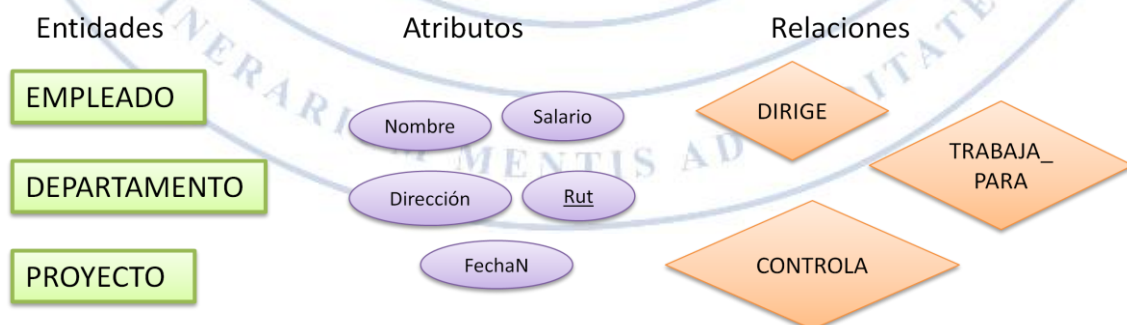


Figura 2. Ejemplo de Entidades, Atributos y Relaciones

Cada entidad tendrá un nombre asociado en singular, por ejemplo, CLIENTE será una entidad para los clientes de la organización, EMPLEADO, será una entidad para almacenar los datos de los empleados de una organización.

Los **atributos** son las características por medio de las cuales se puede describir una entidad.

Por ejemplo, si tenemos una entidad AUTO, los atributos de ésta son: Patente, dueño, color, marca, modelo, año, etc.

Los atributos los representaremos por medio de un óvalo (ver figura 2).

Actividad: realice un listado de atributos para las siguientes entidades: computador, revista, libro, equipo de fútbol.

Por otro lado,

Una **relación** es el vínculo entre uno o más entidades. Describe una interacción entre ella(s).

Por ejemplo, la base de datos de un banco tiene datos de clientes, tales como nombre, rut, dirección, teléfono, etc. En este caso, la entidad es CLIENTE y los atributos son el nombre, rut, dirección y teléfono. El cliente puede tener varias cuentas en el mismo banco, tales como cuenta de ahorro, cuenta corriente, etc., por lo que CUENTA podría ser una nueva entidad y sus atributos podrían ser: tipo de cuenta, fecha de apertura, estado, etc. Ambas entidades no son aisladas, por lo que existe una relación entre ellas; un cliente tiene una (o más) cuenta(s). Lo anterior es un vínculo o relación que lleva por nombre “TIENE”.

Las relaciones las representaremos con un rombo (ver figura 2).

Entidades, atributos y relaciones son los elementos básicos para representar un modelo de base de datos. Si hasta ahora no hay claridad con respecto a éstos elementos básicos, no te preocupes, más adelante profundizaremos en ello.

1.4 Aplicando lo aprendido. Ejemplo de una aplicación de bases de datos

A continuación te invitamos a aplicar lo expuesto anteriormente. Para ello, te presentamos un ejemplo de aplicación de base de datos que llamaremos EMPRESA, el cual te servirá para ilustrar los conceptos del modelo Entidad-Relación.

Ejemplo 1.1

Una empresa requiere de un sistema de base de datos que se ocupe de sus empleados, departamentos y proyectos.

Se recopilaron los siguientes antecedentes o requerimientos.

- La empresa está organizada en departamentos. Cada departamento tiene un nombre único, un número único y un cierto empleado que lo dirige. Es importante conocer la fecha en que el empleado comenzó a dirigir el departamento.
- Un departamento puede estar distribuido en varios lugares.
- 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.
- El empleado tiene un nombre, número de seguridad social, dirección, salario, sexo y fecha de nacimiento.
- Todo empleado está asignado a un departamento, pero puede trabajar en varios proyectos, que no necesariamente estarán controlados por el mismo departamento. El número de horas por semana que un empleado trabaja en cada proyecto es relevante, así como también su supervisor.
- Es necesario conocer a los familiares de cada empleado para la administración de los seguros. De los familiares se requiere el nombre, sexo, fecha de nacimiento y parentesco con el empleado.

En el ejemplo se muestran los requerimientos de información para la elaboración de una base de datos para una empresa, con lo cual, a partir de ello podemos crear un modelo ER.

La siguiente imagen muestra cómo se puede representar el esquema de la aplicación de base de datos ejemplo mediante la notación gráfica conocida como diagrama ER.

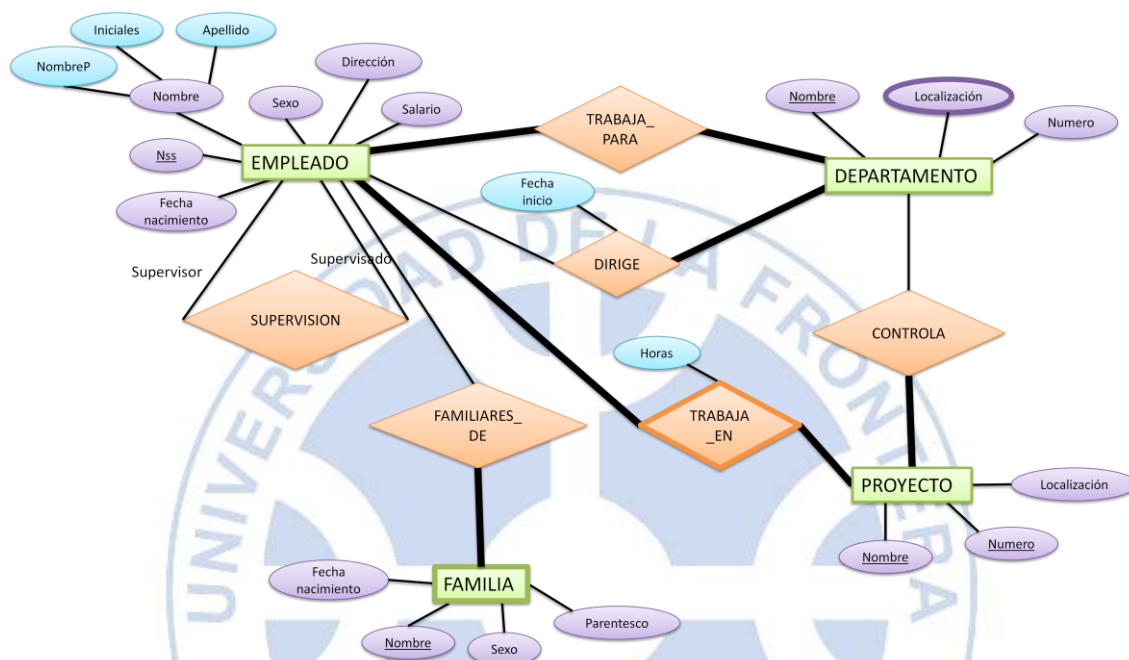


Figura 3. Modelo ER para la base de datos EMPRESA

Las cajas de color verde representan entidades, los rombos naranjos representan relaciones y los óvalos de color morado representan los atributos de las entidades.

Si aun hay dudas con respecto a esto, no te preocupes, en la siguiente sección describiremos el proceso de derivar este esquema a partir de los requerimientos declarados.

1.5 Tipo de entidad, conjuntos de entidad, atributos y claves.

El modelo ER describe los datos como entidades, relaciones y atributos.

1.5.1 Entidades y atributos.

Como ya te mencionamos anteriormente, el objeto básico que representa el modelo ER es la entidad, que es una “cosa” del mundo real con existencia independiente. Una entidad puede ser un objeto con existencia física (una persona, un automóvil, una casa o un empleado) o un objeto con existencia conceptual (una empresa, un puesto de trabajo, un curso universitario). Cada entidad tiene propiedades específicas, llamadas atributos, que la describen. Por ejemplo, una entidad empleado puede describirse por su nombre, edad, dirección, salario y 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 4 muestra dos formas de representar la entidad EMPLEADO. En la primera los atributos son: CódigoE, CédulaE, Nombre, Dirección, Teléfono, Título, Año y CódigoSu que es el código de la sucursal donde trabaja; por otro lado en la segunda forma se muestran los atributos: FechaN que es la fecha de nacimiento, Rut, Nombre (que está compuesto por NombreP, Apellido1 y Apellido2), Sexo, Dirección y Salario.

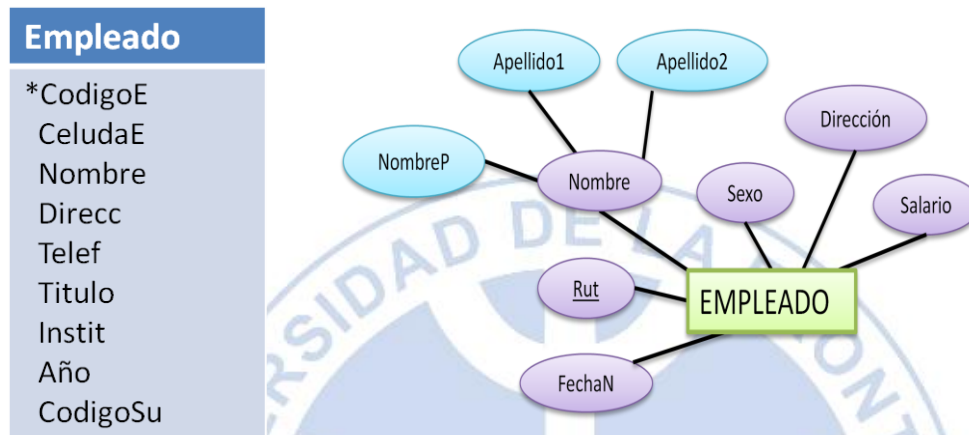


Figura 4. Dos formas de representar una entidad y sus atributos

Nota: Los atributos que se agreguen a una entidad dependerán de las necesidades de la organización.

En el modelo ER, se manejan varios tipos de atributos: simples o compuestos; monovaluados o multivaluados, y almacenados o derivados.

Atributos compuestos: se pueden dividir en componentes más pequeños, que representan atributos más básicos con su propio significado independiente. Por ejemplo, el atributo dirección de la entidad empleado que se muestra en la imagen 3, se puede subdividir en domicilio, ciudad, país y código postal. Si solo se hace referencia al atributo compuesto como un todo, no hay necesidad de subdividirlo en sus atributos componentes.

Atributos simples o atómicos: son atributos que no se pueden dividir.

Atributos monovaluados: tienen un solo valor para una entidad en particular. Por ejemplo, edad es un atributo monovaluado de persona.

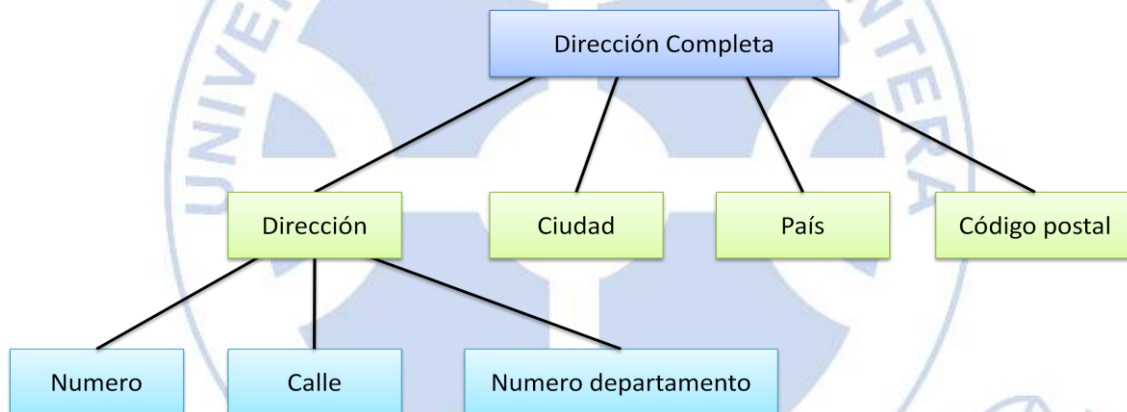
Atributos multivaluados: tienen un conjunto de valores para la misma entidad. Por ejemplo, el atributo colores para una entidad automóvil, o un atributo tituloUniversitario para una entidad persona. Un automóvil de un solo color sólo tiene un valor, en cambio uno de dos colores tiene dos valores para el atributo color. Los atributos multivaluados pueden tener límites inferior y superior en el número de valores para una entidad individual. Por ejemplo, el atributo colores de un automóvil puede tener entre uno y tres valores, si suponemos que los automóviles pueden tener como máximo tres colores.

Atributos almacenados y derivados: en algunos casos se relacionan dos (o más) valores de atributos, por ejemplo, los atributos edad y fechaDeNacimiento de una persona. Para una entidad persona en particular, el valor de edad se puede determinar a partir de la fecha actual (fecha de hoy) y el valor de fechaDeNacimiento de esa persona. Por lo tanto, se dice que el

atributo edad es un **atributo derivado**, y que es derivable del atributo fechaDeNacimiento, el cual es un **atributo almacenado**.

Valores nulos: en algunos casos, una cierta entidad podría no tener ningún valor aplicable para un atributo. Por ejemplo, el atributo numeroDepartamento de una dirección sólo se aplica a direcciones que correspondan a edificios de departamentos y no a otros tipos de residencias, como casas unifamiliares. Cuando no hay valores para el atributo, se crea un valor especial llamado nulo. La dirección de una casa unifamiliar tendría nulo en su atributo numeroDepartamento. En el caso de que no conozcamos el valor de un atributo o si no sabemos si existe, también podemos utilizar el valor nulo.

Atributos complejos: es posible anidar los atributos compuestos y los multivaluados de una manera arbitraria. Podemos representar anidaciones arbitrarias agrupando los componente de un atributo compuesto entre paréntesis () y separándolos con comas, y representando los atributos multivaluados entre llaves {}. A esto llamamos atributos complejos. Por ejemplo, si una persona puede tener más de una residencia y cada residencia varios teléfonos, un atributo telefonoDireccion para un tipo de entidad persona puede especificarse como se muestra en la figura 5.

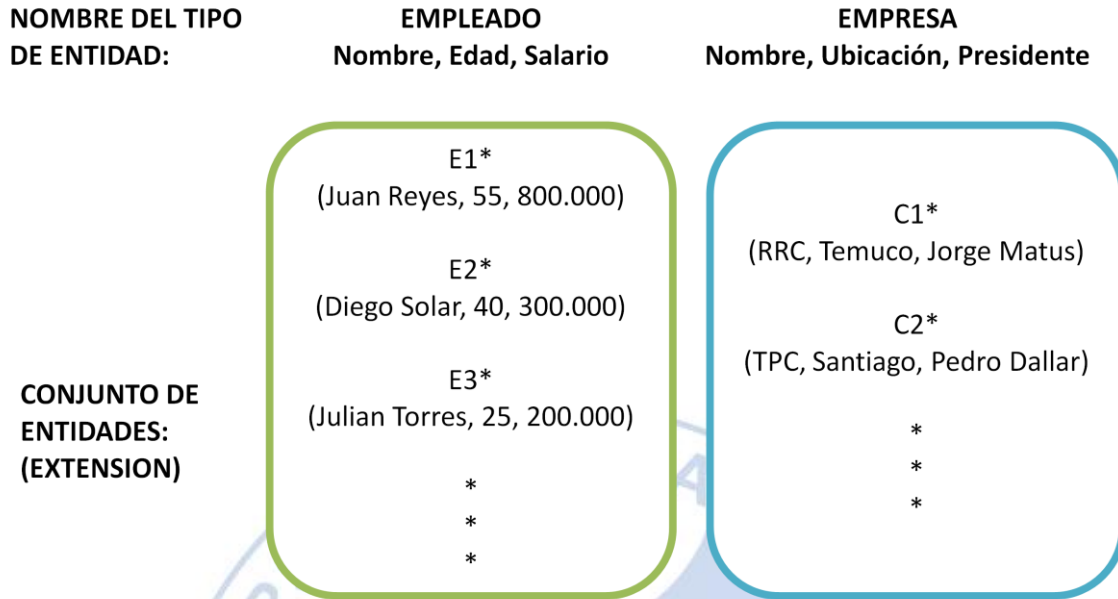


Jerarquía de atributos compuestos; el componente Dirección de una Dirección Completa esta compuesto por Numero, Calle y Numero de Departamento

Figura 5. Ejemplo de atributos complejos

1.5.2 Tipos de entidades, conjuntos de entidades, claves y conjuntos de valores

Tipos de conjuntos de entidades: Por lo regular, una base de datos contiene grupos de entidades similares. Por ejemplo, una empresa que da empleo a cientos de empleados seguramente querrá almacenar información similar sobre cada uno de ellos. Estas entidades empleado comparten los mismos atributos, pero cada entidad tiene su propio valor (o valores) para cada atributo. Un tipo de entidad define una colección (o conjunto) de entidades que poseen los mismos atributos. Cada tipo de entidad de la base de datos se describe por su nombre y sus atributos. La figura 6 muestra dos tipos de entidad, llamadas Empleado y Empresa, y una lista de atributos para cada uno. También se muestran algunas entidades individuales de cada tipo, junto con los valores de sus atributos. La colección de todas las entidades de un tipo particular de entidad en la base de datos en cualquier instante de tiempo se llama conjunto de entidades; al conjunto de entidades se le suele dar el mismo nombre que al tipo de entidad. Por ejemplo, empleado se refiere tanto al tipo de entidad como al conjunto de entidades de todos los empleados de la base de datos.



Dos tipos de entidades llamadas EMPLEADO Y EMPRESA, y algunas de las entidades miembro de la colección de entidades (o conjunto de entidades) de cada tipo.

Figura 6. Ejemplo de tipo de conjunto de entidades

¡OJO!

Existen dos tipos de entidades: **fuertes** y **débiles**. Las entidades **fuertes** son todas aquellas que poseen atributos propios. Por ejemplo, una entidad persona tiene como atributos: nombre, Rut, dirección, sexo, etc. En cambio, una entidad **débil** es aquella que no posee atributos propios. Un ejemplo es una entidad que hereda atributos de otra (Tema que profundizaremos más adelante).

No todas las entidades son representadas de la misma forma en un diagrama ER. Más adelante veremos el tema con más detalle.

Un tipo de entidad describe el esquema o intensión para un conjunto de entidades que comparten la misma estructura. La colección de entidades de un tipo de entidad particular se agrupa en un conjunto de entidades, que se conoce también como extensión del tipo de entidad.

Atributos clave de un tipo de entidad: Una restricción importante de las entidades de un tipo es la restricción de clave o de unicidad de los atributos. Un tipo de entidad casi siempre tiene un atributo cuyos valores son distintos para cada entidad individual de la colección. Los atributos de esta naturaleza se denominan clave o llave, y sus valores pueden servir para identificar de manera única a cada entidad. Por ejemplo, el atributo nombre es una clave del tipo de entidad Empresa de la figura 5, porque no se permite que dos empresas tengan el mismo nombre. En el caso del tipo de entidad Persona, un atributo clave característico es el Rut. Hay casos en que varios atributos juntos constituyen una clave, es decir, que la combinación de los valores de los atributos es distinta para cada entidad individual. Si un conjunto de atributos posee esta propiedad, podemos definir un atributo compuesto, el cual se convertiría en el atributo clave del tipo de entidad. Una clave compuesta debe ser mínima, es decir, todos los atributos componentes deben estar incluidos en el atributo compuesto para tener la propiedad de unicidad. En la notación de los diagramas ER, el nombre de todo atributo clave aparece subrayado dentro

del óvalo en que se encuentra, como lo vimos en el ejemplo 1. Ejemplo de clave compuesta es la clave de la entidad OrdenDeCompra compuesta por los atributos codProducto, codEmpleado y Fecha, ya que un empleado solicita cada producto en distintas fechas.

Algunos tipos de entidad tienen más de un atributo clave. Por ejemplo, tanto el atributo IDVehículo como el atributo Patente del tipo de entidad Auto son claves por derecho propio (figura 7). El atributo Patente es un ejemplo de clave compuesta formada por dos atributos componentes simples, NumeroPatente y Región, ninguno de los cuales es una clave por sí mismo. Un tipo de entidad puede también no tener clave, en cuyo caso se llama tipo de entidad débil (como mencionamos anteriormente y profundizaremos más adelante).

VEHICULO

Matricula (NúmeroMatricula, Cuidad), ID Vehículo, Marca, Modelo, Año, (Color)

Vehículo 1*

{{ABC 123, Temuco}, TLTG 13, Ford Mustang, Descapotable, 1998, {rojo, negro}}

Vehículo 2*

{{ABO 123, Santiago}, BBED 45, Nissan Máxima, 4 puertas, 1999, {azul}}

Vehículo 3*

{{VSY 720, Viña del Mar}, TRGR 65, Toyota Yaris, 4 puertas, 2005, {blanco}}

*
*
*

El tipo de entidad VEHICULO, con dos atributos clave Matricula e IDVehículo. Los atributos multivaluados se muestran entre llaves {}. Los componentes de un atributo compuesto se muestran entre paréntesis ()

Figura 7. Ejemplo de atributos claves

Conjunto de valores (dominios) de los atributos: Cada uno de los atributos simples de un tipo de entidad, está asociado a un conjunto de valores (o dominio de valores), que especifica los valores que es posible asignar a ese atributo para cada entidad individual. Por ejemplo, si queremos filtrar edades en la entidad empleado del ejercicio 1, podemos definir un límite de edades permitidas.

1.6 Diseño conceptual inicial de la base de datos Empresa (Ejercicio 1)

Con los conocimientos que ahora posees, debes ser capaz de definir los tipos de entidad para la base de datos del ejercicio realizado al inicio del capítulo. De todas maneras, te explicaremos paso a paso como realizarlo. Citaremos el ejercicio 1:

Una empresa requiere de un sistema de base de datos que se ocupe de sus empleados, departamentos y proyectos.

Sus requerimientos son:

- La empresa está organizada en departamentos. Cada departamento tiene un nombre único, un número único y un cierto empleado que lo dirige. Es importante conocer la fecha en que el empleado comenzó a dirigir el departamento.
- Un departamento puede estar distribuido en varios lugares.
- 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.
- El empleado tiene un nombre, número de seguridad social, dirección, salario, sexo y fecha de nacimiento.
- Todo empleado está asignado a un departamento, pero puede trabajar en varios proyectos, que no necesariamente estarán controlados por el mismo departamento. El número de horas por semana que un empleado trabaja en cada proyecto es relevante, así como también su supervisor.
- Es necesario conocer a los familiares de cada empleado para la administración de los seguros. De los familiares se requiere el nombre, sexo, fecha de nacimiento y parentesco con el empleado.

Según los requerimientos citados, podemos identificar cuatro tipos de entidad: Departamento, Proyecto, Empleado y Familiar.

Nota: Una regla nemotécnica que podemos utilizar para identificar de manera fácil las entidades, es subrayando todos los sustantivos descritos en la especificación de requerimientos (o antecedentes). Así podemos encontrar un conjunto de candidatos a ser entidades. Seleccionaremos aquellos que posean atributos y que son representativos para el negocio.

El siguiente paso es seleccionar los atributos de cada entidad. Para ello necesitamos una descripción detallada de los requerimientos. Sólo debemos leer con cuidado.

Así encontramos los siguientes atributos para cada entidad:

- 1- **Departamento:** nombre, número, localizaciones, gerente y FechaInicioGerente. Localizaciones es el único atributo multivaluado. Podemos especificar que tanto nombre como número son atributos clave, porque se especificó que ambos debían ser únicos.
- 2- **Proyecto:** nombre, número, localización, y departamentoControlador. Tanto nombre como número son atributos clave.
- 3- **Empleado:** nombre, NDD, sexo, dirección, salario, fechaNacimiento, departamento y supervisor. Tanto nombre como dirección pueden ser atributos compuestos; sin embargo, esto no se especifica en los requisitos. Debemos remitirnos a los usuarios para ver si alguno de ellos va a hacer referencia a los componentes individuales de nombre (nombrePila, iniciales, apellido) o de dirección.
- 4- **Familiar:** empleado, nombreFamiliar, sexo, fechaNacimiento y parentesco.

Hasta ahora, no hemos representado el hecho de que un empleado puede trabajar en varios proyectos, ni el número de horas a la semana que un empleado trabaja en cada proyecto. Esta característica puede ser representada en un atributo compuesto multivaluado de Empleado llamado trabajaEn, con componentes simples (proyecto, horas). Como alternativa se podría representar mediante un atributo compuesto multivaluado de Proyecto, llamado trabajadores, con componentes simples (Empleado, horas). En la figura 8 elegimos la primera alternativa, donde se muestran todos los tipos de entidades que acabamos de describir. El atributo nombre de Empleado aparece como atributo compuesto, probablemente como resultado de haber consultado a los usuarios.



Diseño preliminar de los tipos de entidades para la base de datos EMPRESA

Figura 8. Ejemplo de tipos de entidades

1.7 Relaciones, tipos de relaciones, roles y restricciones estructurales

En la imagen recién expuesta (figura 8) hay varias relaciones implícitas entre los diversos tipos de entidades. De hecho, siempre que un atributo de un tipo de entidad hace referencia a otro tipo de entidad, hay alguna relación. Por ejemplo, el atributo Gerente de la entidad Departamento, se refiere a un empleado que dirige el departamento; el atributo DepartamentoControlador de Proyecto, se refiere al departamento que controla el proyecto; el atributo Supervisor de Empleado se refiere a otro empleado; el atributo Departamento de Empleado, se refiere al departamento para el cual trabaja el empleado, etc. Estas referencias debemos representarlas como relaciones (o vínculos).

Nota: Una regla nemotécnica para identificar relaciones, es simplemente subrayar todos los verbos en la descripción de los requerimientos. Estos verbos son candidatos a ser relaciones entre dos entidades.

Por ejemplo, para el siguiente texto “fecha en que el empleado comenzó a dirigir el departamento”. En este caso la relación es DIRIGIR, y las entidades relacionadas son EMPLEADO y DEPARTAMENTO.

¿Qué es una relación o vínculo?

Si bien es cierto, ya sabes cómo se forman las relaciones entre entidades, es necesario que conozcas una definición de relación en un modelo ER.

Una **relación** representa una asociación entre entidades. Es el elemento del modelo que permite relacionar en sí los datos del modelo.

1.7.1 Relaciones

Una relación es, como mencionamos anteriormente, un vínculo que relaciona datos entre una, dos o más relaciones. Como ya mencioné anteriormente, es posible identificarlas en los requerimientos cuando encontramos un **verbo** en ellos. Por ejemplo, “un empleado trabaja en varios proyectos”. En este caso la frase trabaja en es la relación existente entre las entidades empleado y proyecto. Otro ejemplo aparece en la figura 8, en la que un empleado trabaja para un departamento. La relación en este caso se llama Trabaja_para y relaciona o vincula dos entidades de diferente tipo, llamadas empleado y departamento.

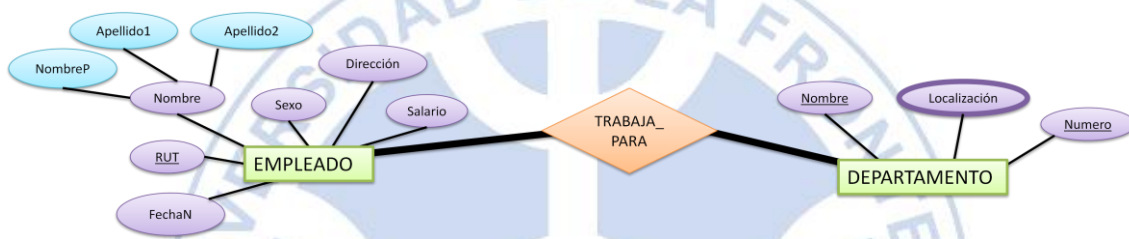


Figura 9. Ejemplo de relación o vínculo entre dos entidades

Cuanto hablamos de tipos de relaciones nos referimos a las características de cada relación. Al igual que los tipos de entidades, existen los tipos de relaciones y, esto es básicamente lo mismo. Un tipo de relación es una relación que posee características propias. Relaciones de diferente tipo son las que no comparten las mismas características. En la figura 9 existen varias relaciones del mismo tipo, llamadas Trabaja_Para.

1.7.2 Grado de relación, nombres de rol y relaciones recursivas

Grado de relación: el grado de una relación o tipo de relación (o vínculo) es el número de tipos de entidad que participan en él. Volvemos al ejemplo de la figura 9, en la que el grado de relación es dos, puesto que, a la relación están vinculadas dos entidades. Si el grado es dos, el tipo de relación es binaria, si es de grado tres, ternaria. En la siguiente figura, se muestra un ejemplo de relación ternaria, donde la relación Trabaja-en vincula a Empleado y Sucursal, y Trabajo.

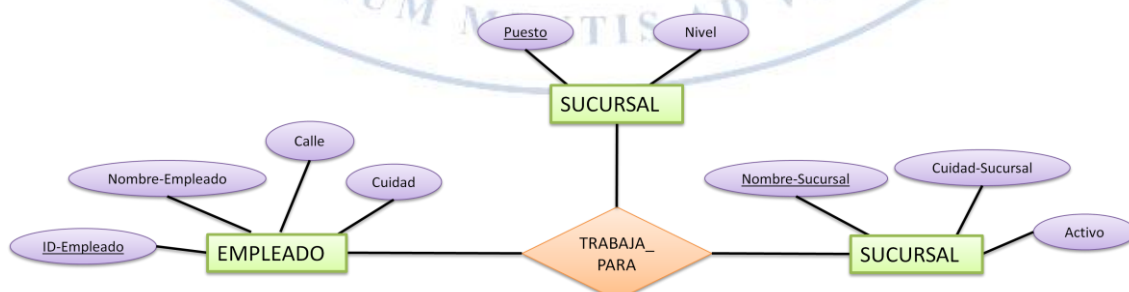


Figura 10. Ejemplo de relación ternaria, ya que participan 3 entidades

Vínculos como atributos: En ocasiones resulta conveniente considerar relaciones en términos de atributos. Tomemos como ejemplo la relación Trabaja_para de la figura 9. Podemos pensar en un atributo llamado Departamento de la entidad Empleado, cuyo valor para cada entidad

empleado sea la entidad departamento a la cual pertenece el empleado. Por lo tanto, el conjunto de valores de éste atributo Departamento es el conjunto de todas las entidades Departamento.

Nombres de roles: Cada entidad que participa en una relación desempeña un rol específico en ella. El nombre de rol indica el rol que una entidad participante del tipo de entidad desempeña en cada instancia de relación, y ayuda a explicar el significado de la relación. Por ejemplo, en la relación Trabaja_para, el empleado desempeña el rol de empleado o trabajador y Departamento tiene el rol de departamento o patrón.



Figura 11. Ejemplo de roles en las relaciones

Relaciones recursivas: En algunos casos la misma entidad participa más de una vez en una relación con diferentes roles. Aquí, en este caso, el nombre de rol resulta indispensable para distinguir el significado de cada participación. Estos tipos de relaciones son llamadas relaciones recursivas. La siguiente imagen muestra un ejemplo en el que la relación supervisión vincula un empleado con un supervisor, y las entidades empleado y supervisor son ambas miembros de la entidad empleado. Así, el empleado participa dos veces en Supervisión: una vez que en el rol de supervisor, y una vez en el rol de supervisado.

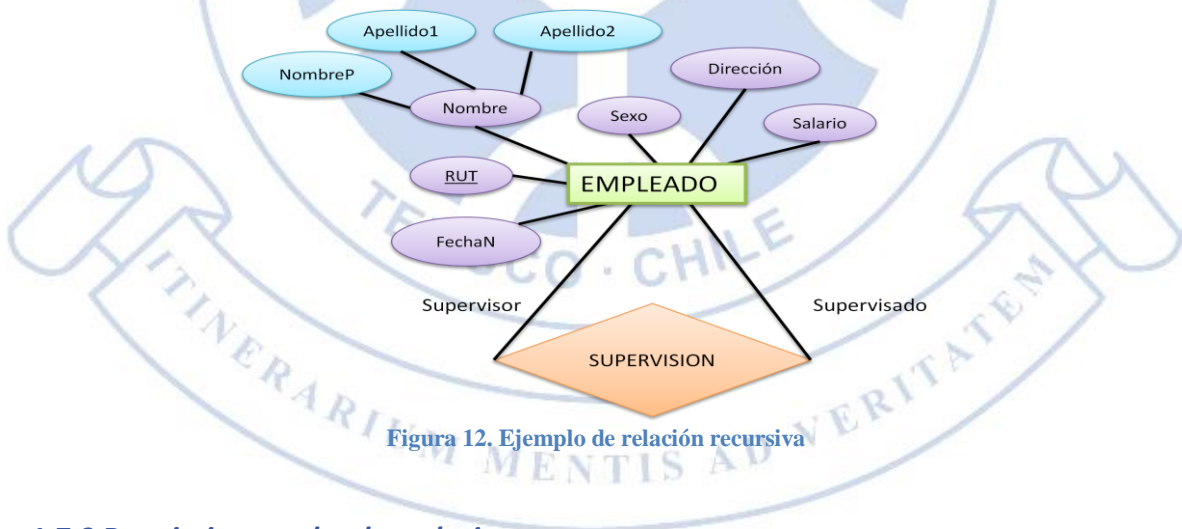


Figura 12. Ejemplo de relación recursiva

1.7.3 Restricciones sobre las relaciones

Las relaciones suelen tener ciertas restricciones que limitan las posibles combinaciones de entidades que pueden participar en los correspondientes conjuntos de relaciones. Por ejemplo en la figura 8, si la empresa tiene la norma de que un empleado sólo puede trabajar para un departamento, nos gustaría describir ésta restricción en el esquema. Podemos distinguir dos tipos principales de restricción de vínculo: Cardinalidad y participación.

Cardinalidad: corresponde al número máximo y mínimo de ocurrencias de un tipo de Entidad que pueden estar interrelacionadas con una ocurrencia del otro y otros tipos de Entidad que participan en el tipo de relación. Por ejemplo, en el tipo de relación Trabaja_para, entre departamento y empleado tiene cardinalidad 1:N (uno es a N), lo que significa que cada

departamento puede estar relacionado con muchos empleados, pero un empleado sólo puede estar relacionado a un departamento.

Las relaciones de cardinalidad más comunes en las relaciones binarias son 1:1, 1:N, y N:M.

¡Más ejemplos!

La cardinalidad 1:N significa que una entidad puede estar relacionada a muchas otras entidades del mismo tipo. Por ejemplo, un estudiante puede tener muchos ramos.

La cardinalidad 1:1 significa que una entidad puede estar relacionada sólo a una entidad. Por ejemplo, un empleado puede ser supervisado sólo por un jefe.

La cardinalidad N:M significa que muchas entidades del mismo tipo, pueden estar relacionadas con muchas otras de otro tipo. Por ejemplo, muchos empleados pueden realizar muchos proyectos.

Una vez establecida la cardinalidad de las relaciones, es necesario establecer los valores mínimos y máximos de participación de cada entidad. Por ejemplo, en el tipo de relación Trabaja_para, entre departamento y empleado establecimos una cardinalidad 1:N, lo que significa que cada departamento puede estar relacionado con uno o más empleados, es decir, el mínimo es 1 y el máximo es N, que se anota (1,n); por otro lado, un empleado sólo puede estar relacionado a un departamento, es decir, está relacionado con mínimo 1 departamento y como máximo 1 también, se anota (1,1). La figura 13 muestra un ejemplo.

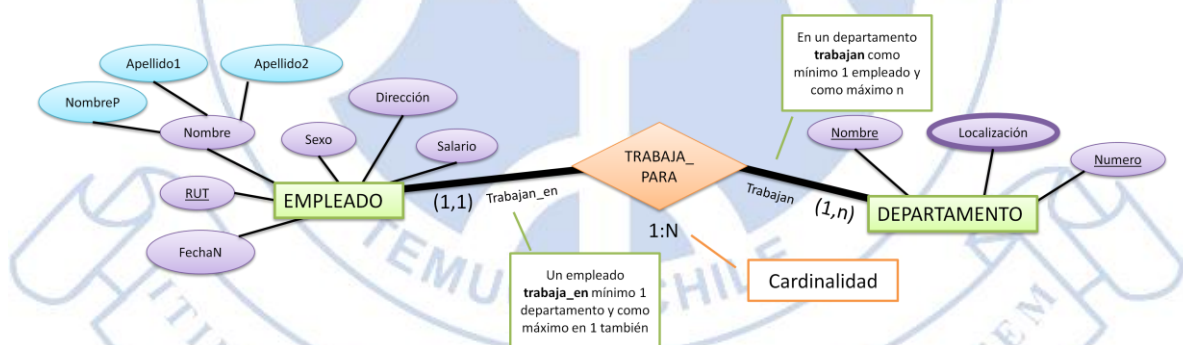


Figura 13. Ejemplo de cardinalidad con mínimos y máximos

1.7.4 Atributos en las relaciones

Las relaciones también pueden tener atributos, similares a los de las entidades. Por ejemplo, para registrar el número de horas por semana que trabaja un empleado en un proyecto, podemos incluir el atributo horas para la relación Trabaja_para en la figura 14.

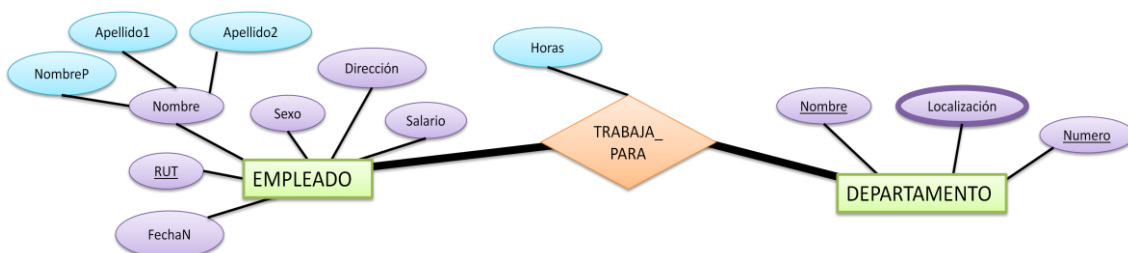


Figura 14. Ejemplo de atributo en una relación

1.8 Entidades débiles

Los tipos de entidades que no tienen atributos claves propios se denominan tipos de entidades débiles. En contraste, los tipos de entidades regulares que tienen un atributo clave se suele llamar tipos de entidad fuerte. Toda entidad débil incorpora una relación implícita con una entidad fuerte. Esta relación no necesita incorporarse como una tabla en el modelo relacional. Sí se necesita incorporar la clave de la entidad fuerte como clave externa en la entidad débil. Es más, normalmente esa clave externa forma parte de la clave principal de la tabla que representa a la entidad débil.

¡Importante!

Cuando hablamos de tablas, nos referimos a entidades ilustradas en un modelo relacional. Una entidad y una tabla son lo mismo, sólo que las tablas son la representación gráfica de una entidad en un modelo relacional.

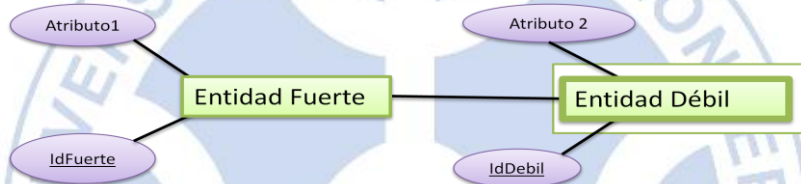


Figura 15. Ilustración de una Entidad débil

En la figura 13 anterior se muestra la representación de una entidad débil en un diagrama ER.

Una entidad débil...

- Tienen una clave parcial, que es el conjunto de atributos que pueden identificar de manera única las entidades débiles relacionadas con la misma entidad propietaria.
- Siempre tiene restricción de participación.
- Su representación gráfica en un modelo ER es un rectángulo con líneas dobles que encierra su nombre.

Ejemplo de entidad débil:

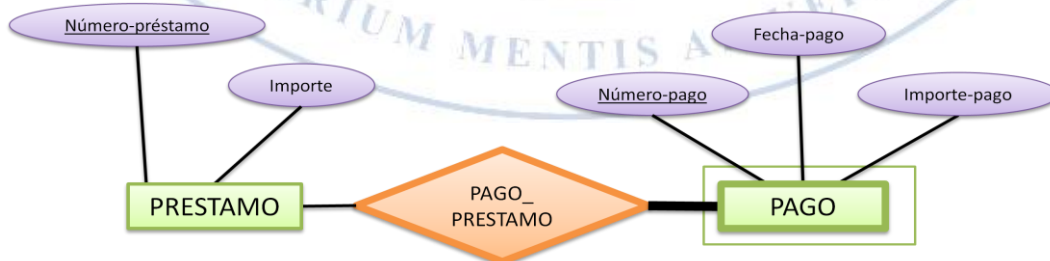


Figura 16. Ejemplo de Entidad débil

Observamos que la entidad PAGO es débil ya que depende totalmente de la entidad PRESTAMO. Esto debido a que no existe PAGO si no hay PRESTAMOS. O bien si eliminamos un préstamo también debemos eliminar los pagos del mismo.

1.9 Refinamiento del diseño ER para la base de datos EMPRESA.

Ahora que ya conoces cada uno de los elementos para realizar un modelo ER, es hora de terminar el ejemplo Empresa que te presentamos al inicio de éste capítulo. Es importante que, al igual que en este ejemplo, en todos los diagramas o modelos ER que realices, consideres cada uno de los puntos expuestos en este capítulo.

Ya con las herramientas y conocimientos en mano, te invito a que refinemos el modelo ER Empresa. En nuestro ejemplo, especificaremos los siguientes tipos de relaciones:

- **Dirige**, tipo de relación 1:1 entre empleado y departamento. La participación de empleado es parcial, pero la de departamento no queda clara a partir de los requisitos. Consultamos con los usuarios, y éstos nos dicen que un departamento siempre debe tener un gerente, lo que implica participación total. Se asigna el atributo FechaInicio a la relación.
- **Trabaja_para**, tipo de relación 1:N entre departamento y empleado. Ambas participaciones son totales.
- **Controla**, tipo de relación 1:N entre departamento y proyecto. La participación de proyecto es total; después de consultar con los usuarios, se determina que la participación de departamento es parcial.
- **Supervisión**, tipo de relación 1:N entre empleado (en el rol de supervisor) y empleado (en el rol de supervisado). Los usuarios nos dicen que no todo empleado es supervisor y no todo empleado tiene un supervisor, de modo que ambas participaciones son parciales.
- **Trabaja_en**, que, después de que los usuarios indican que varios empleados pueden trabajar en un proyecto, resulta ser un tipo de relación N:M con el atributo horas. Se determina que ambas participaciones son totales.
- **Familiares_de**, tipo de relación N:M entre empleado y familiar, que también es la relación identificador del tipo de entidad débil familiar. La participación de empleado es parcial, en tanto que la de familiar es total.

Luego del refinamiento del ejemplo Empresa, es necesario que realices un diagrama ER más completo que el que te mostramos al principio. Para ello es importante que revises la simbología expuesta al final de esta sección. En la siguiente imagen te mostramos el modelo ER según los refinamientos realizados.

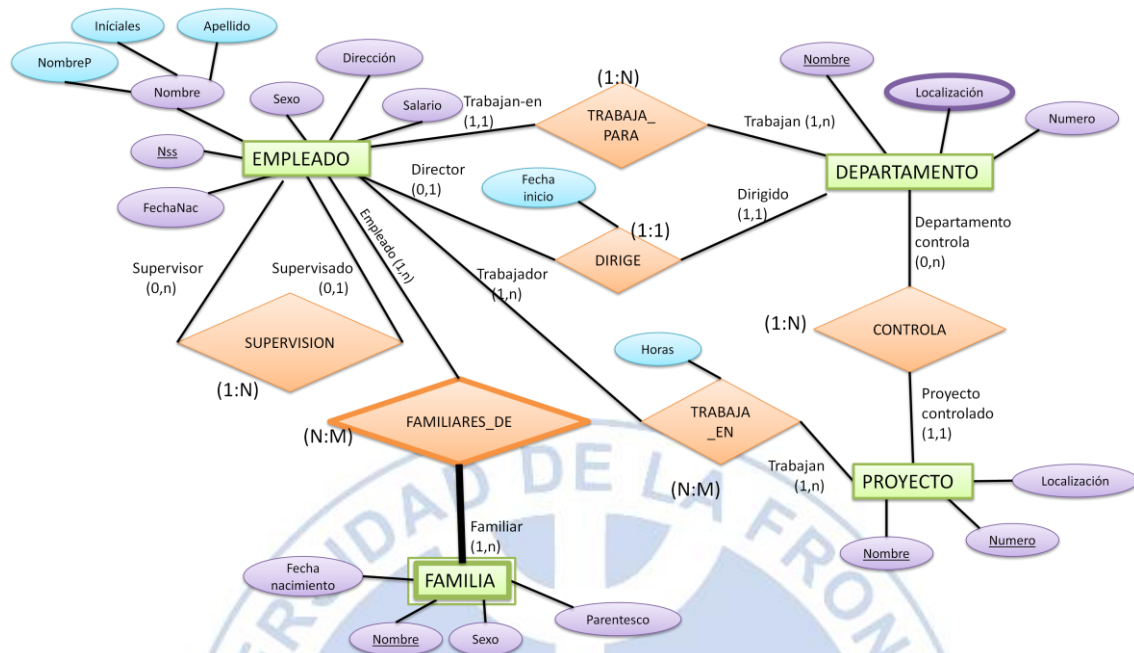


Figura 17. Ejemplo modelo Entidad-Relación para el ejemplo de la EMPRESA

La simbología para la realización de un modelo ER es la siguiente:

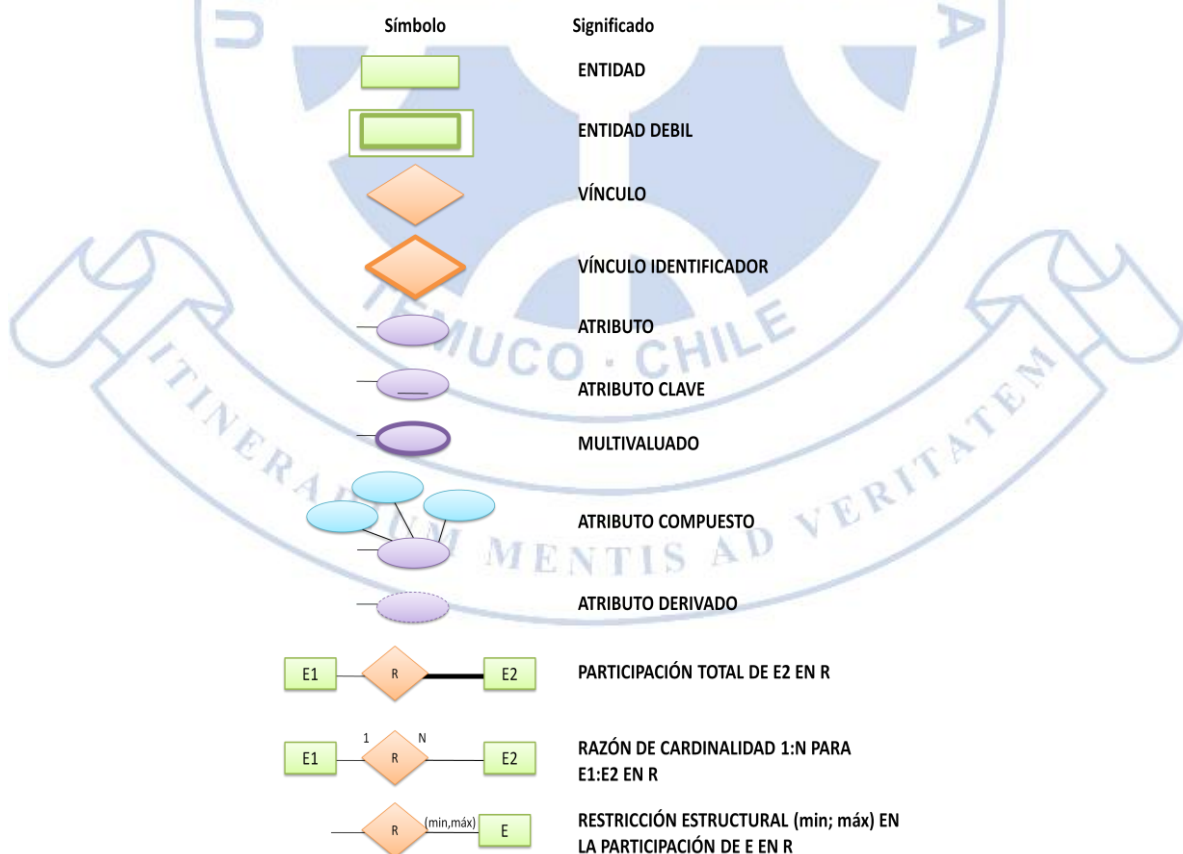


Figura 18. Simbología utilizada para crear el modelo Entidad-Relación

Ahora sólo nos falta repasar el proceso mediante ejemplos paso a paso.

1.10 Ejemplos paso a paso

EJERCICIO 1. Base de datos para el Ministerio de Defensa

El Ministerio de Defensa desea diseñar una Base de Datos para llevar un cierto control de los soldados que realizan el servicio militar. Los datos significativos a tener en cuenta son:

- Un soldado se define por su código de soldado (único), su nombre y apellidos, y su graduación.
- Existen varios cuarteles, cada uno se define por su código de cuartel, nombre y ubicación.
- Hay que tener en cuenta que existen diferentes Cuerpos del Ejército (Infantería, Artillería, Armada, etc.), y cada uno se define por un código de Cuerpo y denominación.
- Los soldados están agrupados en compañías, siendo significativa para cada una de éstas, el número de compañía y la actividad principal que realiza.
- Se desea controlar los servicios que realizan los soldados (guardias, imaginarias, cuarteros, etc.), y se definen por el código de servicio y descripción.

Consideraciones de diseño:

- Un soldado pertenece a un único cuerpo y a una única compañía, durante todo el servicio militar. A una compañía pueden pertenecer soldados de diferentes cuerpos, no habiendo relación directa entre compañías y cuerpos.
- Los soldados de una misma compañía pueden estar destinados en diferentes cuarteles, es decir, una compañía puede estar ubicada en varios cuarteles, y en un cuartel puede haber varias compañías. Eso sí, un soldado sólo está en un cuartel.
- Un soldado realiza varios servicios a lo largo de la milicia. Un mismo servicio puede ser realizado por más de un soldado (con independencia de la compañía), siendo significativa la fecha de realización.

Solución

Paso 1: Realizar un listado con las posibles Entidades y sus respectivos atributos.

Recuerde subrayar todos los sustantivos del enunciado. Esto ayudará a distinguir las entidades del problema.

En nuestro ejemplo, encontramos los siguientes sustantivos: soldado, compañía, cuartel, servicio, cuerpos del ejército. La siguiente tabla presenta las entidades y sus atributos seleccionados.

| ENTIDAD | ATRIBUTOS |
|-----------------|--------------------------------------|
| Compañía | Num_cia, actividad |
| Soldado | Cod_soldado, Nombre, Apellido, Grado |
| Cuartel | Cod_cuartel, Nombre, Ubicación |
| Servicio | Cod_servicio, Descripción |
| Cuerpo | Cod_cuerpo, Denominación |

Paso 2: Identificar atributo único

La clave primaria (o atributo único) de una entidad, corresponde al atributo que identifica dicha entidad y que no puede ser repetido. Por ejemplo, en el caso de la entidad Compañía, su clave

primaria es Num_cia, que corresponde al código de identificación de una compañía y éste no puede ser repetido, es decir, sólo existe una compañía con esa identificación.

La siguiente tabla presenta las entidades y sus claves principales.

| ENTIDAD | CLAVE PRIMARIA |
|-----------------|----------------|
| Compañía | Num_cia |
| Soldado | Cod_soldado |
| Cuartel | Cod_cuartel |
| Servicio | Cod_servicio |
| Cuerpo | Cod_cuerpo |

Paso 3: Identificar relaciones entre entidades.

Es posible identificar las relaciones existentes entre entidades cuando encontramos un verbo en los requerimientos. Por ejemplo: “Un soldado **pertenece** a una compañía”, en este caso, la relación existe entre las entidades **Soldado y Compañía** y la llamaremos “**Pertenece**”.

La siguiente tabla presenta las relaciones encontradas. Cada relación se anota sólo una vez para dos entidades.

| | Compañía | Soldado | Cuartel | Servicio | Cuerpo |
|----------|----------|-----------|---------|----------|--------|
| Compañía | | Pertenece | | | |
| Soldado | | | | | |
| Cuartel | | Está | | | |
| Servicio | | Realiza | | | |
| Cuerpo | | Es_de | | | |

Paso 4: Asignar cardinalidad de cada relación con sus mínimos y máximos.

La cardinalidad corresponde al número máximo y mínimo de ocurrencias de un tipo de Entidad que pueden estar interrelacionadas con una ocurrencia del otro y otros tipos de Entidad que participan en el tipo de relación.

Por ejemplo, un soldado pertenece a un único cuerpo, y un cuerpo tiene muchos soldados, por lo que la cardinalidad es (1:N). En este caso, el tipo de correspondencia es (1:N).

| RELACIÓN | ENTIDAD 1 | ENTIDAD 2 | Cardinalidad |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Pertenece | SOLDADO: Un soldado pertenece a una compañía Su Mínimo y máximo es (1,1) | COMPAÑÍA: Una compañía tiene muchos soldados Su mínimo y máximo es (1,n) | (1:N) |
| Está | SOLDADO: Un soldado está en un único cuartel Su Mínimo y máximo es (1,1) | CUARTEL: Un cuartel tiene muchos soldados Su mínimo y máximo es (1,n) | (1:N) |
| Realiza | SOLDADO: Un soldado realiza muchos servicios | SERVICIO: Un servicio puede ser realizado por | (N:M) |

| | | | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| | Su mínimo y máximo es (0,n) En este caso el mínimo es 0 puesto que hay soldados que no realizan ningún servicio. | varios soldados Su mínimo y máximo es (1,n) | |
| Es_de | SOLDADO: Un soldado es de un único Cuerpo. Su mínimo y máximo es (1,1) | CUERPO: Un cuerpo tiene muchos soldados Su mínimo y máximo es (1,n) | (1:N) |

Paso 5: Realizar modelo entidad relación de la Base de Datos.

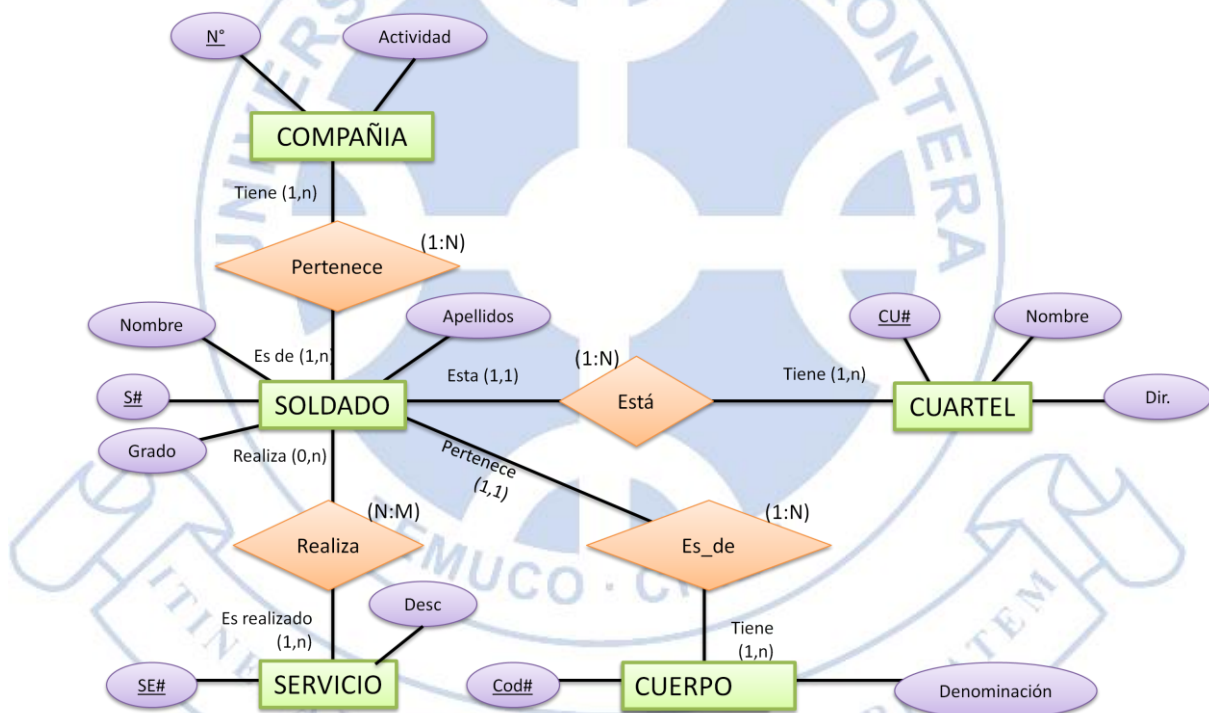


Figura 19. Modelo ER para el caso del Ministerio de defensa

EJERCICIO 2 – Gestión de exámenes

Los profesores de la asignatura de Bases de Datos de una Escuela Universitaria deciden crear una base de datos que contenga la información de los resultados de las pruebas realizadas a los alumnos. Para realizar el diseño se sabe que:

- Los alumnos están definidos por su n° de matrícula, nombre y el grupo al que asisten a clase.
- Dichos alumnos realizan dos tipos de pruebas a lo largo del curso académico:
 1. Exámenes escritos: cada alumno realiza varios a lo largo del curso, y se definen por el n° de examen, el n° de preguntas de que consta y la fecha de realización (la misma para todos los alumnos que realizan el mismo examen). Evidentemente, es importante almacenar la nota de cada alumno por examen.

2. Prácticas: se realiza un n° indeterminado de ellas durante el curso académico, algunas serán en grupo y otras individuales. Se definen por un código de práctica, título y el grado de dificultad. En este caso los alumnos pueden examinarse de cualquier práctica cuando lo deseen, debiéndose almacenar la fecha y nota obtenida.
- En cuanto a los profesores, únicamente interesa conocer (además de sus datos personales: Rut y nombre), quien es el que ha diseñado cada práctica, sabiendo que en el diseño de una práctica puede colaborar más de uno, y que un profesor puede diseñar más de una práctica. Interesa, además, la fecha en que ha sido diseñada cada práctica por el profesor correspondiente.

Solución

Paso 1: Realizar un listado con las posibles Entidades y sus respectivos atributos. Recuerde subrayar todos los sustantivos del texto de requerimientos. Obtenemos los que se muestran en la siguiente tabla.

| ENTIDAD | ATRIBUTOS |
|-----------------|----------------------------------|
| Alumno | Matricula, Nombre, Grupo |
| Examen | Num_examen, Num_preguntas, Fecha |
| Práctica | Cod_practica, Titulo, Dificultad |
| Profesor | Rut_profesor, Nombre |

Paso 2: Identificar atributo único

La clave primaria (o atributo único) de una entidad, corresponde al atributo que identifica dicha entidad y que no puede ser repetido. Por ejemplo, en el caso de la entidad **Alumno**, la clave foránea es **Matricula**, puesto que, la matrícula es un código único que se le asigna a cada alumno. Lo mismo pasa con **Rut_profesor**, es único e irrepetible.

| ENTIDAD | CLAVE PRIMARIA |
|-----------------|----------------|
| Alumno | Matricula |
| Examen | Num_examen |
| Práctica | Cod_practica |
| Profesor | Rut_profesor |

Paso 3: Identificar relaciones entre entidades.

Es posible identificar las relaciones existentes entre entidades cuando encontramos un verbo en los requerimientos. Por ejemplo: “Un **Alumno** realiza muchos exámenes a lo largo del curso”, en este caso existe una relación entre las entidades **Alumno** y **Examen** que llamaremos **Realiza**. En este ejemplo existen atributos asociados a algunas relaciones, como es en el caso de la relación **Hace/Realiza** que tiene como atributo **Nota**.

Observamos las relaciones en el siguiente cuadro. Los atributos de las relaciones se presentan en paréntesis, por ejemplo: para la relación **Realiza** se tienen los atributos **Fecha** y **Nota**.

| | Alumno | Examen | Práctica | Profesor |
|-----------------|-----------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Alumno | | | | |
| Examen | Realiza/Hace (Nota) | | | |
| Práctica | Realiza (Fecha, Nota) | | | |
| Profesor | | | Diseña (fecha) | |

Paso 4: Asignar cardinalidad de cada relación estableciendo los mínimos y máximos.

Por ejemplo, un alumno realiza muchos exámenes, y un examen es realizado por varios alumnos. En este caso, el tipo de correspondencia es (N:M).

| RELACIÓN | ENTIDAD 1 | ENTIDAD 2 | CARDINALIDAD |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Realiza/Hace | ALUMNO: El alumno realiza exámenes Su mínimo y máximo es (0,n) ya que pueden haber alumnos que no han realizado ninguno. | EXAMEN: Un examen es realizado por varios alumnos Su mínimo y máximo es (0,n) | (N:M) |
| Realiza | ALUMNO: Un alumno realiza varias prácticas Su mínimo y máximo es (0,n) | PRÁCTICA: La práctica puede ser realizada por varios alumnos (grupos) Su mínimo y máximo es (1,n) | (N:M) |
| Diseña | PROFESOR: Un profesor diseña muchas prácticas Su mínimo y máximo es (0,n) | PRÁCTICA: La práctica puede ser diseñada por varios profesores Su mínimo y máximo es (1,n) | (N:M) |

Paso 5: Realizar modelo entidad relación de la Base de Datos.

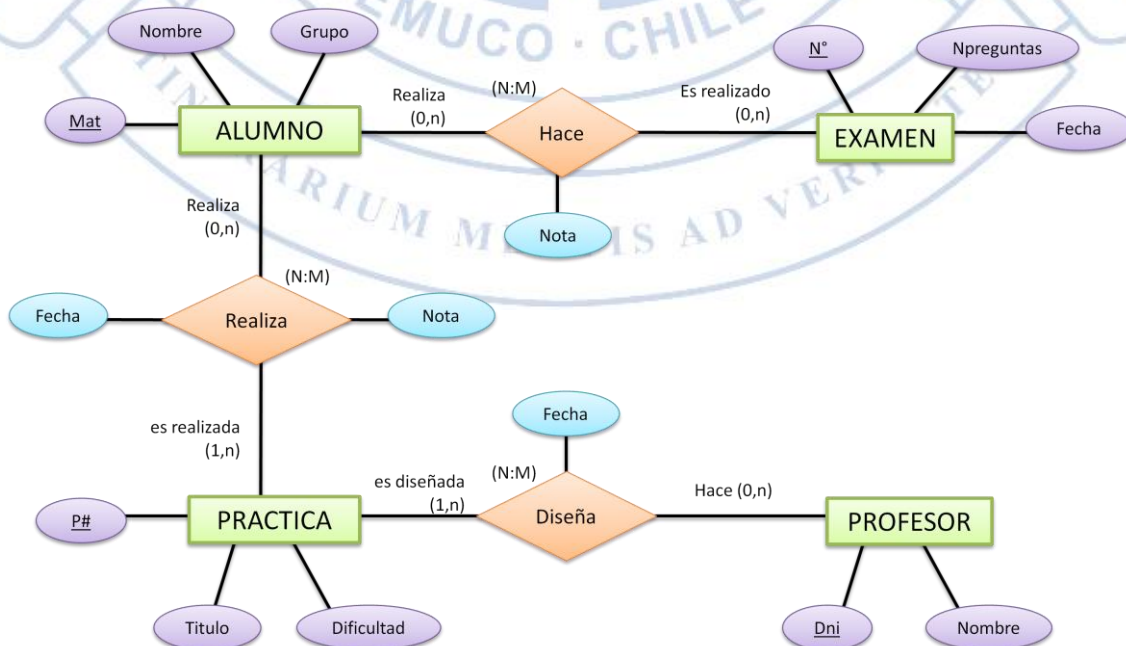


Figura 20. Modelo ER para el caso Gestión de Exámenes

EJEMPLO 3. ZOOLÓGICO

Un zoológico necesita una aplicación informática para llevar su organización respecto a las especies que posee, los empleados (cuidadores y guías), y los distintos itinerarios de visita que ofrece. La información está estructurada de la siguiente manera:

- **Especies:** de las especies interesa saber el nombre en español, el nombre científico y una descripción general. Hay que tener en cuenta que una especie puede vivir en diferentes hábitats naturales y que un hábitat puede ser ocupado por diferentes especies. Las especies se encuentran en distintas zonas del parque de manera que cada especie está en una zona y en una zona hay varias especies.
- **Hábitats:** los diferentes hábitats naturales vienen definidos por el nombre, el clima y el tipo de vegetación predominantes, así como el continente o continentes en los que se encuentran.
- **Zonas:** las zonas del parque en las que se encuentran las distintas especies vienen definidas por el nombre y la extensión que ocupan.
- **Itinerarios:** los itinerarios discurren por distintas zonas del parque. La información de interés para los itinerarios es: código de itinerario, la duración del recorrido, la longitud del itinerario, el máximo número de visitantes autorizado y el número de distintas especies que visita. Hay que tener en cuenta que un itinerario recorre distintas zonas del parque y que una zona puede ser recorrida por diferentes itinerarios.
- **Guías:** los guías del parque vienen definidos por el nombre, dirección, teléfono y fecha en la que comenzaron a trabajar en el zoo. Interesa saber qué guías llevan qué itinerarios, teniendo en cuenta que un guía puede llevar varios itinerarios y que un itinerario puede ser asignado a diferentes guías en diferentes horas, siendo éstas un dato de interés.
- **Cuidadores:** los cuidadores vienen definidos por el nombre, dirección, teléfono y fecha de ingreso en el parque. Hay que tener en cuenta que un cuidador puede estar a cargo de varias especies y que una especie puede ser atendida por varios cuidadores, siendo de interés la fecha en la que un cuidador se hace cargo de una especie.

Solución

Paso 1: Realizar un listado con las posibles Entidades y sus respectivos atributos.

| ENTIDAD | ATRIBUTOS |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|
| Hábitat | Nombre, Cod_habitat, Clima, Vegetación |
| Continente | Nombre, Cod_continente |
| Especie | Cod_especie, Nom_cient, Nom_español, Descripción |
| Cuidador | Rut, Nombre_cuidador, Dirección, Teléfono, Fecha_ingreso |
| Zona | Cod_zona, Nombre, Extensión |
| Itinerario | Cod_itinerario, Duración, Longitud, Visitantes, Num_especies |
| Guía | Cod_guia, Nombre, Dirección, Teléfono, Fecha_inicio |

Paso 2: Identificar atributo único

La clave primaria (o atributo único) de una entidad, corresponde al atributo que identifica dicha entidad y que no puede ser repetido. Por ejemplo, en el caso de la entidad Guía, la clave foránea es Rut, puesto que es un identificador único de cada persona.

| ENTIDAD | CLAVE PRIMARIA |
|------------|----------------|
| Hábitat | Cod_habitat |
| Continente | Cod_continente |
| Especie | Cod_especie |
| Cuidador | Rut |
| Zona | Cod_zona |
| Itinerario | Cod_itinerario |
| Guía | Cod_guia |

Paso 3: Identificar relaciones entre entidades.

Es posible identificar las relaciones existentes entre entidades cuando encontramos un verbo en los requerimientos. Por ejemplo: “Una Especie **vive** en muchos hábitat”, en este caso existe una relación entre las entidades **Hábitat** y **Especie** que llamaremos **Vive**.

En este ejemplo existen atributos asociados a algunas relaciones, como es en el caso de la relación Lleva que tiene como atributo Hora, que corresponde a la hora en que se realiza el itinerario.

| | Hábitat | Continente | Especie | Cuidador | Zona | Itinerario | Guía |
|------------|---------|------------|---------|------------------|-----------------|-----------------|------|
| Hábitat | | | | | | | |
| Continente | Está en | | | | | | |
| Especie | Vive | | | Cuida (fecha) | Está en/vive | | |
| Cuidador | | | | | | | |
| Zona | | | | | | | |
| Itinerario | | | | | Recorre | | |
| Guía | | | | | | Lleva (hora) | |

Paso 4: Asignar cardinalidad de cada relación con sus mínimos y máximos.

| RELACIÓN | ENTIDAD 1 | ENTIDAD 2 | CARDINALIDAD |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Está en | HABITAT: Un hábitat está en uno o varios continentes Su mínimo y máximo es (1,n) | CONTINENTE: Un continente puede tener más de un hábitat (1,n) | (N:M) |
| Vive en | ESPECIE: Una especie vive en uno o varios hábitat (1,n) | HABITAT: En un hábitat puede vivir más de una especie (0,n) El mínimo es 0 ya que puede que en un hábitat no viva ninguna especie. | (N:M) |

| | | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| Está en /vive en | ESPECIE: Una especie puede estar en más de una zona (1,n) | ZONA: En una zona puede vivir más de una especie (0,n) | (N:M) |
| Cuida | CUIDADOR: Un cuidador cuida varias especies (1,n) | ESPECIE: Una especie es cuidada por más de un cuidador (1,n) | (N:M) |
| Recorre | ITINERARIO: los itinerarios discurren por distintas zonas del parque (1,n) | ZONA: Es recorrida por varios itinerarios (1,n) | (N:M) |
| Lleva | GUIA: Puede recorrer varios itinerarios (0,n) | ITINERARIO: Está a cargo de varios guías (0,n) | (N:M) |

Paso 5: Realizar modelo entidad relación de la Base de Datos.

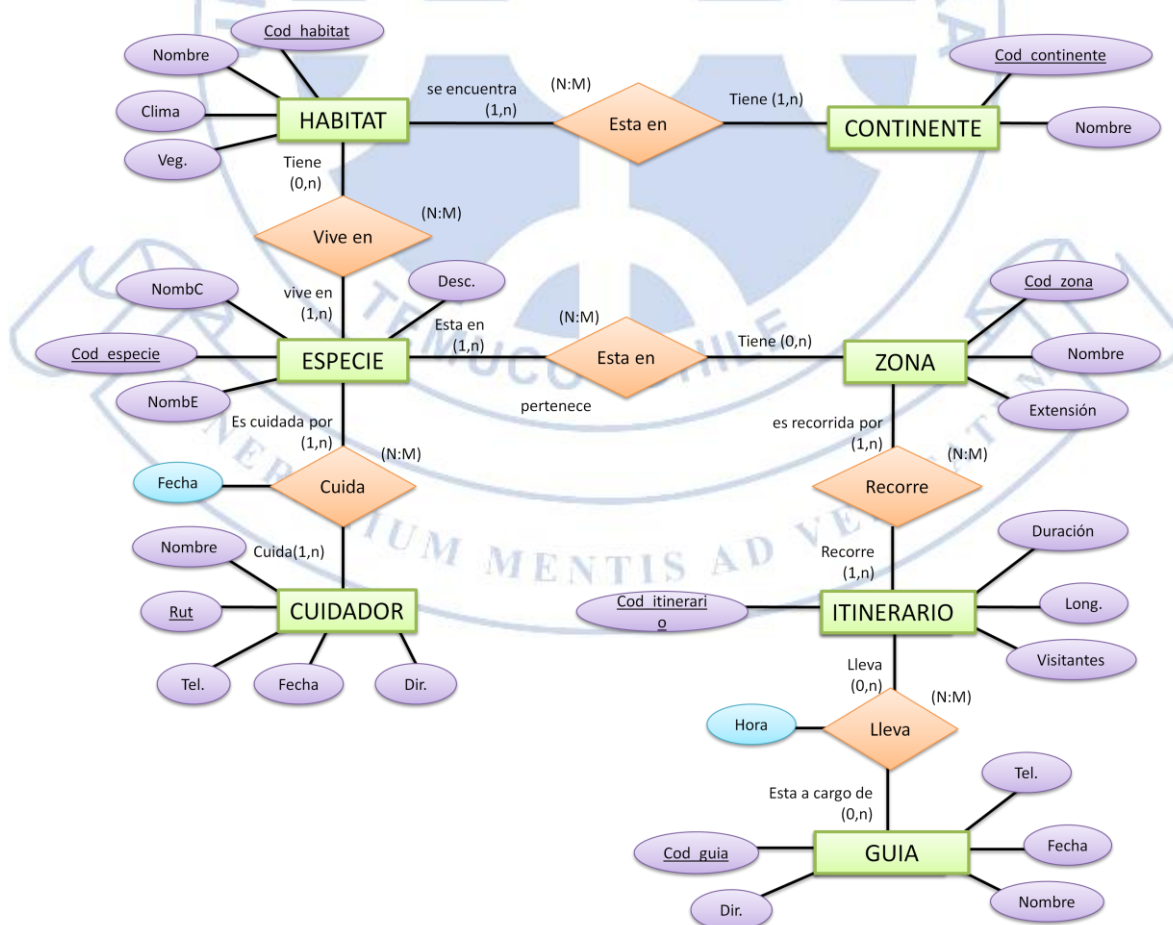


Figura 21. Modelo ER para el caso Zoológico

EJEMPLO 4 – ARTICULOS Y ENCARGOS

Se necesita modelar una base de datos para una pequeña empresa. Ésta debe contener información acerca de clientes, artículos y pedidos. Hasta el momento se registran los siguientes datos en documentos varios:

- Para cada cliente: Número de cliente (único), direcciones de envío (varias por cliente), saldo, límite de crédito y descuento. Un cliente puede realizar varios pedidos y éstos pueden ser realizados por un solo cliente.
- Para cada artículo: Número de artículo, fábricas que lo distribuyen, existencias de ese artículo en cada fábrica, descripción del artículo. No existen límites de artículos por pedidos y éste puede repetirse en otros pedidos.
- Para cada pedido: Id_pedido, dirección, ciudad y fecha del pedido.

Además, se ha determinado que se debe almacenar la información de las fábricas de los artículos. Sin embargo, dado el uso de distribuidores, se usará: número de la fábrica y teléfono de contacto.

Solución

Paso 1: Realizar un listado con las posibles Entidades y sus respectivos atributos.

| ENTIDAD | ATRIBUTOS |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------|
| Cliente | Num_cliente, Dirección, Ciudad, Saldo, Límite_crédito, Decuento |
| Pedido | Fecha_pedido, Id_pedido, Dirección_pedido, Ciudad |
| Artículo | Id_Artículo, Descripción |
| Fábrica | Id_fabrica, Teléfono |

Paso 2: Identificar atributo único o clave foránea de cada entidad

Por ejemplo, en el caso de la entidad Cliente, el Número de cliente es un identificador único que pertenece sólo a un cliente.

| ENTIDAD | CLAVE PRIMARIA |
|-----------------|----------------|
| Cliente | Num_cliente |
| Pedido | Id_pedido |
| Artículo | Id_articulo |
| Fábrica | Id_fabrica |

Paso 3: Identificar relaciones entre entidades.

Es posible identificar las relaciones existentes entre entidades cuando encontramos un verbo en los requerimientos. Por ejemplo: “Un cliente **realiza** pedidos”, en este caso existe una relación entre las entidades **Cliente** y **Pedido** que llamaremos **Realiza**.

En este ejemplo existe un atributo asociados a la relación Incluye que tiene como atributo Cantidad, que corresponde a la cantidad de artículos que tiene un pedido.

| | Cliente | Pedido | Articulo | Fábrica |
|----------------|---------|---------|--------------------|---------|
| Cliente | | Realiza | | |
| Pedido | | | Incluye (Cantidad) | |

| | | | | |
|-----------------|--|--|---------|--|
| Artículo | | | | |
| Fábrica | | | Fabrica | |

Paso 4: Asignar cardinalidad de cada relación con los mínimos y máximos permitidos.

En este caso, un cliente realiza muchos pedidos, y un pedido es realizado sólo por un cliente, por lo que la cardinalidad es (1:N).

| RELACIÓN | ENTIDAD 1 | ENTIDAD 2 | CARDINALIDAD |
|----------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Realiza | PEDIDO: Es realizado por único cliente (1:1) | CLIENTE: Realiza muchos pedidos (0,n) Puesto que hay clientes que no han realizado pedidos | (1:N) |
| Incluye | PEDIDO: Incluye artículos (1,n) | ARTÍCULO: Son incluidos en varios pedidos (0,n) | (N:M) |
| Fabrica | FABRICA: Fabrica artículos (1,n) | ARTÍCULO: Es fabricado por varias fábricas (1,n) | (N:M) |

Paso 5: Realizar modelo entidad relación de la Base de Datos.

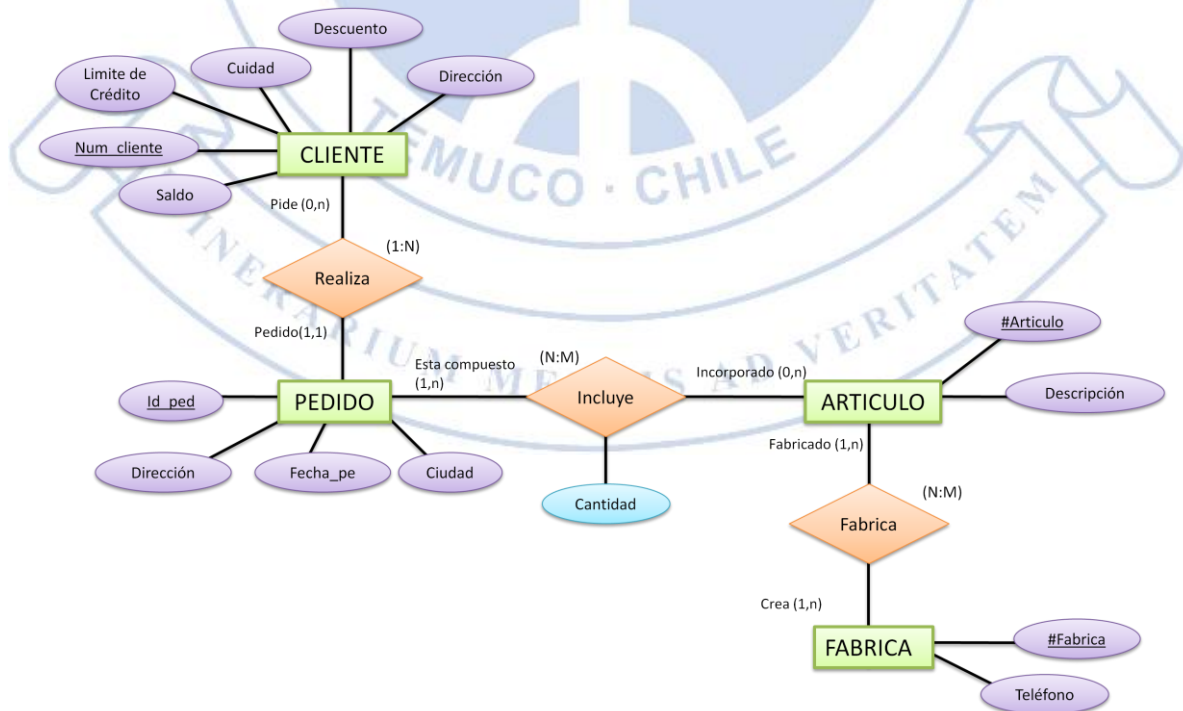


Figura 22. Modelo ER para el caso Artículos y Encargos

1.11 Ejercicios Propuestos

Resuelva los siguientes ejercicios de acuerdo a los pasos descritos en la sección anterior.

EJERCICIO 1 – GESTIÓN DE VENTAS

Le contratan para hacer una Base de Datos que permita apoyar la gestión de un sistema de ventas. La empresa necesita llevar un control de proveedores, clientes, productos y ventas. Un proveedor tiene un RUT, nombre, dirección, teléfono y página web. Un cliente también tiene RUT, nombre, dirección, pero puede tener varios teléfonos de contacto. La dirección se entiende por calle, número, comuna y ciudad. Un producto tiene un id único, nombre, precio actual, stock y nombre del proveedor. Además se organizan en categorías, y cada producto va sólo en una categoría. Una categoría tiene id, nombre y descripción. Por razones de contabilidad, se debe registrar la información de cada venta con un id, fecha, cliente, descuento y monto final. Además se debe guardar el precio al momento de la venta, la cantidad vendida y el monto total por el producto. Cree el modelo ER de acuerdo a los requerimientos dados.

EJERCICIO 2 – ORGANIZACIÓN DE CARRETERAS DEL PAÍS

Diseñar un esquema ER que recoja la organización de una base de datos para contener la información sobre todas las carreteras del país, sabiendo que se deben cumplir las siguientes especificaciones:- Las carreteras están divididas en varias categorías (locales, comerciales, regionales, nacionales, autovías, etc.).- Las carreteras se dividen en tramos. Un tramo siempre pertenece a una única carretera y no puede cambiar de carretera.- Un tramo puede pasar por varias comunas, interesando conocer el Km de la carretera y la comuna donde empieza el tramo y en donde termina.- Para los tramos que suponen principio o final de carretera, interesa saber si es que la carretera concluye físicamente o es que confluye en otra carretera. En este caso, interesa conocer con qué carretera confluye y en qué kilómetro, tramo y comuna.

EJERCICIO 3 – INVENTARIO

Una empresa vende productos a varios clientes. Se necesita conocer datos personales de los clientes (nombre, apellidos, Rut, dirección y fecha de nacimiento).

Cada producto tiene un nombre y un código, así como un precio unitario. Un cliente puede comprar varios productos a la empresa, y un mismo producto puede ser comprado por varios clientes.

Los productos son suministrados por diferentes proveedores. Se debe tener en cuenta que un producto sólo puede ser suministrado por un proveedor, y que un proveedor puede suministrar diferentes productos. De cada proveedor se desea conocer la cedula de identidad, nombre y dirección.

EJERCICIO 4 – SIMULACIÓN DE RED SOCIAL

Modelar una base de datos que sirva para simular el funcionamiento de una red social, teniendo en cuenta lo siguiente:

Los usuarios de la red social se identifican con un identificador y una contraseña. Además se almacena de ellos: Nombres, apellidos, dirección, teléfono (pueden ser más de uno), email y una foto.

Los usuarios pueden tener una serie de contactos, que en realidad son otros usuarios.

De cada contacto se puede almacenar un comentario que es personal y que sirve para describir al contacto.

EJERCICIO 5 – CENTRO PROFESIONAL

Al centro profesional le interesa llevar el control de ocupación de las aulas en el horario estipulado.

Las asignaturas tienen un nombre y un código interno. La misma asignatura se puede impartir en dos niveles distintos y en ese caso tendría el mismo código y nombre.

Se requiere saber en qué curso del nivel se imparte la asignatura.

El nivel tiene un nombre (pregrado o postgrado) y además posee un código para identificarlo.

Las asignaturas en cada momento ocupan un aula, del que se debe almacenar un código de aula, un nombre, un número de aula y los metros que tiene. A una hora concreta de la semana, el aula puede estar vacía u ocuparse, pero solo se puede ocupar por una asignatura.

Se entiende que la asignatura sólo la puede impartir un profesor en todo el año.

De los profesores se almacena su nombre, dirección, teléfono, email, cédula, número de Seguro Social y un código interno de profesor, así como los años que tiene de antigüedad impartiendo cada asignatura.

Modele la base de datos para este problema.

EJERCICIO 6 – CONTROL DE GESTIÓN DE PACIENTES Y MÉDICOS

Una clínica necesita llevar un control informatizado de su gestión de pacientes y médicos.

De cada paciente se desea guardar el código, nombre, apellidos, dirección, población, provincia, código postal, teléfono y fecha de nacimiento.

De cada médico se desea guardar el código, nombre, apellidos, teléfono y especialidad.

Se desea llevar el control de cada uno de los ingresos que el paciente hace en el hospital.

Cada ingreso que realiza el paciente queda registrado en la base de datos. De cada ingreso se guarda el código de ingreso (que se incrementará automáticamente cada vez que el paciente realice un ingreso), el número de habitación y cama en la que el paciente realiza el ingreso y la fecha de ingreso.

Un médico puede atender varios ingresos, pero el ingreso de un paciente solo puede ser atendido por un único médico. Un paciente puede realizar varios ingresos en el hospital

Crear el modelo ER para el problema.

EJERCICIO 7 – BIBLIOTECA

A partir del siguiente enunciado, diseñar el modelo ER.

En la biblioteca del centro se manejan fichas de autores y libros. En la ficha de cada autor se tiene el código de autor y el nombre. De cada libro se guarda el código, título, ISBN, editorial y número de página. Un autor puede escribir varios libros, y un libro puede ser escrito por varios autores. Un libro está formado por ejemplares. Cada ejemplar tiene un código y una localización. Un libro tiene muchos ejemplares y un ejemplar pertenece sólo a un libro.

Los usuarios de la biblioteca del centro también disponen de ficha en la biblioteca y sacan ejemplares de ella. De cada usuario se guarda el código, nombre, dirección y teléfono. Los ejemplares son prestados a los usuarios. Un usuario puede tomar prestados varios ejemplares, y un ejemplar puede ser prestado a varios usuarios. De cada préstamo interesa guardar la fecha de préstamo y la fecha de devolución.

EJERCICIO 8 – LIGA DE FUTBOL

La liga de fútbol profesional, presidida por Don Ángel María Villar, ha decidido informatizar sus instalaciones creando una base de datos para guardar la información de los partidos que se juegan en la liga.

Se desea guardar en primer lugar los datos de los jugadores. De cada jugador se quiere guardar el nombre, fecha de nacimiento y posición en la que juega (portero, defensa, centrocampista...). Cada jugador tiene un código de jugador que lo identifica de manera única.

De cada uno de los equipos de la liga es necesario registrar el nombre del equipo, nombre del estadio en el que juega, el aforo que tiene, el año de fundación del equipo y la ciudad de la que es el equipo. Cada equipo también tiene un código que lo identifica de manera única. Un jugador solo puede pertenecer a un único equipo.

De cada partido que los equipos de la liga juegan hay que registrar la fecha en la que se juega el partido, los goles que ha metido el equipo de casa y los goles que ha metido el equipo de fuera. Cada partido tendrá un código numérico para identificar el partido.

También se quiere llevar un recuento de los goles que hay en cada partido. Se quiere almacenar el minuto en el que se realizó el gol y la descripción del gol. Un partido tiene varios goles y un jugador puede meter varios goles en un partido.

Por último se quiere almacenar, en la base de datos, los datos de los presidentes de los equipos de fútbol (dni, nombre, apellidos, fecha de nacimiento, equipo del que es presidente y año en el que fue elegido presidente). Un equipo de fútbol tan sólo puede tener un presidente, y una persona sólo puede ser presidente de un equipo de la liga.

Cree el modelo ER del problema.

1.12 Resumen

En este capítulo te presentamos algunos conceptos básicos para el modelado de datos con el fin de comprender el lenguaje técnico que se presenta en las distintas secciones. Además, se explica de manera didáctica el proceso para diseñar una base de datos organizacional. Las etapas de este proceso implican el diseño conceptual de la base de datos, el diseño lógico y el diseño físico.

En este capítulo explicamos de manera detallada la forma como se crea el modelo conceptual de la base de datos mediante algunos ejemplos prácticos.