

## Fundamentos Base de Datos I

Ing. Francisco Jose Santana V.

---

### III- Modelado de Datos Utilizando el Modelo Relacional

#### Modelo Entidad Relación

El modelo Entidad-Relación (ER) es uno de los modelos de datos más populares. Se basa en una representación del mundo real en que los datos se describen como entidades, relaciones y atributos. Este modelo se desarrollo para facilitar el diseño de las bases de datos, y fue presentado por Chen en 1976.

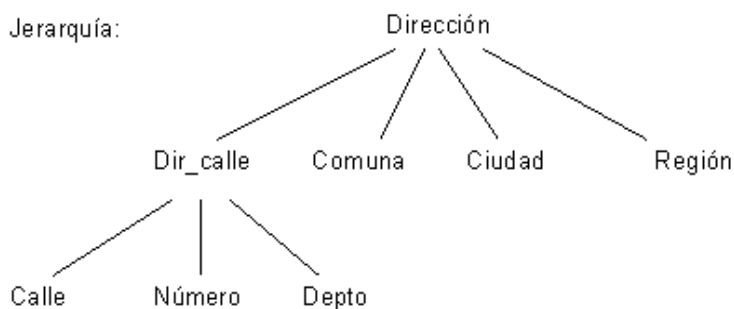
El modelo entidad de datos Entidad-Relación (E-R) se basa en una percepción de un mundo real que consiste en un conjunto de objetos básicos llamados entidades y relaciones entre objetos. Se desarrolló para facilitar el diseño de bases de datos permitiendo la especificación de un esquema empresarial. Este esquema representa la estructura lógica global de la base de datos.

El objeto básico del modelo Entidad-Relación (Diagrama E-R) representa una **entidad**, la cual es una "cosa" en el mundo real con una existencia independiente.

Una entidad puede ser un objeto con existencia física, una persona particular, carro, casa o empleado, o puede ser un objeto con una existencia conceptual, una compañía, un trabajo o una asignatura de la universidad. Cada entidad tiene sus propiedades particulares llamadas **atributos**, que la describen. Por ejemplo una entidad Profesor, puede ser descrita por el nombre del profesor, apellido, sexo, edad, asignatura que imparte etc. Los atributos que describen una entidad se convierten en la mayor parte de la información almacenada en la base de datos.

#### Tipos de Atributos

Un atributo que esta formado de una serie de atributos es llamado **atributo compuesto**, estos *atributos compuestos* se pueden dividir en sub-partes más pequeñas, que representan atributos más básicos con significados propios. Por ejemplo, una "dirección" puede sub-dividirse en: dir-calle, comuna, ciudad, región. Ejemplo:



Mientras que los atributos no divisibles son llamados **atributos simples o atómicos**. Los atributos compuestos pueden formar una jerarquía.

Muchos atributos tienen un unico valor para una entidad particular, estos son llamados de **valor sencillo** o de **valor único**. Ejemplo: una persona tiene un solo valor para la edad, de manera que la edad es un atributo de valor único. En otros casos un atributo puede tener un conjunto de valores para una entidad, por ejemplo: un atributo colores para un automovil o grados universitarios para una persona. Los automóviles de un color tendran un solo valor pero los de dos colores necesitara dos valores para el color. Una persona puede no tener ningun grado universitario, otro dos y otra varios; estos atributos son llamados **multivalores**.

En otros casos dos (o más) valores de un atributo pueden estar relacionados por ejemplo: la edad y la fecha de nacimiento de una persona. Para una entidad persona en particular, el valor edad puede ser determinado a partir de la Fecha Actual, el valor del atributo Fecha de Nacimiento. El atributo edad es llamado entonces un **atributo derivado** y se dice que se deriva del atributo Fecha de Nacimiento.

En otros casos una entidad puede no tener ningun valor aplicable para un atributo. Ejemplo: el atributo No. de Apartamento de una dirección se aplica a direcciones de edificios de apartamentos y no otro tipo de residencia. De forma similar el atributo grado universitario se aplicara solo a personas con estos grados. En estos casos un valor especial llamado nulo (null) es creado. Una dirección de una casa normal tendrá nulo el No. de Apartamento. El valor nulo se utiliza ademas si desconocemos el valor de un atributo para una entidad particular. El valor para la primera clase de nulo es no aplicable y el segundo desconocido.

**Práctica:** Seleccionar dos escenarios para estudiar su composición en tablas y Atributos.



## Fundamentos Base de Datos

Ing. Francisco Jose Santana V.

---

### Tipos Entidades, Atributos Clave y Conjunto de valores

Una BD contendrá usualmente grupos de entidades que son similares. Por ejemplo, una compañía que tiene cientos de empleados querrá almacenar información similar concerniente a cada uno de los empleados. Estas entidades compartirán los mismos atributos, pero cada entidad tendrá sus propios valores para cada atributo.

Las entidades similares se definen como **Tipo Entidad o Conjunto de Entidades**, que es un conjunto de entidades que tienen los mismos atributos. Cada tipo entidad es descrito por un nombre y un conjunto de atributos. La descripción del tipo entidad es llamada **Esquema del Tipo Entidad**, y especifica una estructura común, compartida por entidades individuales de ese tipo. El esquema especifica el nombre del tipo entidad, el nombre y significado de cada atributo y otras limitaciones que deben tener las entidades individuales. El conjunto de instancias de entidades individuales en un momento particular es llamado **extensión del tipo entidad**.

Una limitación o característica importante en las entidades en un tipo entidad es la clave o unicidad de los atributos. Un tipo entidad usualmente tiene un atributo cuyos valores son distintos del resto de las entidades individuales. Esta clase de atributos es llamada **Atributo Clave**, y su valor se utiliza para identificar cada entidad por separado. Un atributo clave típico es la matrícula de un estudiante o la cédula de una persona, porque sabemos que cada persona tiene un valor distinto para cada atributo. Algunas veces varios atributos juntos pueden formar una clave, indicando, que la combinación de los valores de los atributos debe ser distinta para cada entidad individual. Un conjunto de atributos con la propiedad anterior pueden ser agrupados en **un atributo compuesto**, que se convertirá en el atributo clave del tipo entidad.

**Super-Clave o Llave.-** Es un conjunto de atributos mediante los cuales es posible reconocer a una entidad. Este tipo de llaves contiene comúnmente atributos ajenos; es decir, atributos que no son indispensables para llevar a cabo el reconocimiento del registro.

Si el conjunto de atributos X es una super llave entonces cualquier conjunto de X será super-llave.

**Clave Candidata.-** Son aquellas super claves o llaves que no contienen atributos ajenos; es decir, aquellos conjuntos de atributos que no tienen un subconjunto menor que pueda considerarse como super clave o llave.

**Clave Primaria.-** Es aquella llave que el diseñador de la base de datos selecciona entre las llaves candidatas encontradas.

Existen conjuntos de entidades que no poseen los atributos necesarios para conformar una clave o llave primaria; se les conoce como entidad débil. Cuando existen

los atributos necesarios para formar una clave o llave primaria, se denominan entidad fuerte. Las entidades débiles se subordinan a las entidades fuertes.

Cada simple atributo en un tipo entidad está asociado con un tipo de valores (o **dominio**), el cual especifica el tipo de valores que puede ser asignado a ese atributo para cada entidad individual.

### **Relaciones, Roles y Limitaciones de Estructura**

En la mayoría de las bases de datos existen muchos tipos de entidades. En adición a los valores de los atributos de las entidades que pertenecen a estos tipos, nos interesan las relaciones entre las entidades.

### **Ejercicios # 1:**

Diseñar la base de datos que soporta las operaciones de un cajero automático que pertenece a un banco comercial X. Definir las entidades y hacer la descripción de la BD.

### **Ejercicios # 2:**

En esta parte describimos una base de datos llamada COMPAÑIA que utilizaremos para ilustrar el proceso de diseño de una BD. Supóngase que después de la recolección de requerimientos y la fase de análisis, los diseñadores de la base de datos concluyeron en la siguiente descripción del “minimundo” la parte de la empresa a ser representada en la BD.

- 1- La compañía esta organizada en departamentos. Cada departamento tiene un número, y un empleado dirige el departamento. Se captará la fecha en que ese empleado comenzó a dirigir el departamento. Un departamento puede tener varias localizaciones.
- 2- Un departamento controla un número de proyectos, cada uno de los cuales tiene un nombre, un número y una localización.
- 3- Almacenaremos el nombre de cada empleado, su cedula, dirección, salario, sexo y fecha de nacimiento. Un empleado es asignado a un departamento, pero puede trabajar en varios proyectos, los cuales no estan necesariamente controlados por el mismo departamento. Captaremos también las horas que trabaja cada empleado en cada proyecto, ademas del supervisor de cada empleado.
- 4- Mantendremos información acerca de los dependientes de cada empleado para propósito de seguros. Tendremos el nombre, sexo, fecha de nacimiento y relación del empleado con cada dependiente.

## Fundamentos de Base de Datos

Ing. Francisco Jose Santana V.

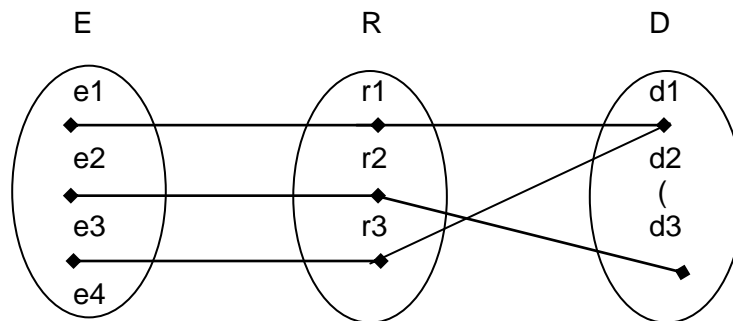
### Relación de Entidades

Una **Relación** es una asociación entre varias entidades. Un Conjunto de relaciones es un grupo de relaciones del mismo tipo. Formalmente es una relación matemática de  $n$  (2 conjunto de entidades (posiblemente no distintos)).

E = Empleado

D = Departamento

R = Trabaja\_P

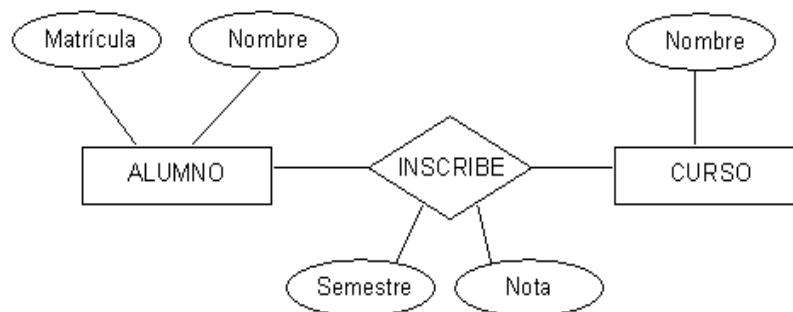


e1 = Juan Perez  
 e2 = Eduardo Cruz  
 e3 = Kelyn Peña  
 e4 = Lewis Almonte

d1 = Informática  
 d2 = Contabilidad  
 d3 = Producción

$R = (E, D)$  Ejm :  $r1 = (e1, d1)$

Una **relación** se puede definir como una asociación entre entidades. Por ejemplo, la entidad "libro" puede estar relacionada con la entidad "persona" por medio de la relación "está pedido". La entidad "alumno" puede estar relacionada con la entidad "curso" por la relación "está inscrito". Una relación también puede tener atributos. Por ejemplo, la relación "está inscrito" puede tener los atributos "semestre" y "nota de aprobación".



## Restricciones (constraints) en tipos Relacionales

Los tipos relacionales usualmente tienen ciertas restricciones que limitan las posibles combinaciones de entidades participantes en las instancias relacionales. Estas restricciones son determinadas por la situación del minimundo que la relación representa.

Una planificación E-R de una empresa puede definir ciertas restricciones a las cuales deben ajustarse los contenidos de una base de datos. Una restricción importante es la de **cardinalidad de Asignación** que expresa el número de entidades con la que puede asociarse otra entidad mediante un conjunto de relaciones.

Las cardinalidad de asignación son mas útiles al describir conjuntos binarios de relaciones, aunque ocasionalmente contribuyen a la descripción de conjunto de relaciones que implican más de dos conjuntos de entidades. Por el momento nos concentraremos en relaciones de grado ( $n = 2$ ).

### Las restricciones de cardinalidad son las siguientes:

**Una a Una** : Una entidad A está asociada a lo sumo con una entidad B y viceversa

**Una a Muchas:** Una entidad A está asociada con un número cualquiera de entidades B. Sin embargo una entidad B solo puede estar asociada con una entidad A.

**Muchas a Una:** Una entidad A está asociada a lo sumo con una entidad B. Una entidad B, sin embargo puede estar asociada con un número cualquiera de entidades en B.

**Muchas a Muchas:** Una entidad A está asociada con un número cualquiera de entidades B y una entidad B está asociada con un número cualquiera de entidades A.

Ejemplos en clase.

La **restricción de participación** especifica donde la existencia depende de estar relacionada a otra entidad a través del tipo relacional. Hay dos tipos de restricciones de participación, **total y parcial**, la cual ilustramos con el siguiente ejemplo. Si una compañía tiene una regla que indica que cada empleado debe trabajar para un departamento, entonces una entidad empleado puede existir solo si participa en una instancia relacional con departamento. La participación de EMPLEADO en el tipo relacional TRABAJA\_P es llamada **total**, significando que cada entidad en el "conjunto total" de entidades empleado debe estar relacionada a una entidad departamento.

La participación total es llamada en ocasiones **dependencia existencial**. En los casos en que alguna parte del conjunto de las entidades estan relacionados con la otra entidad la participación es **parcial**.

Nos refiremos a las restricciones de razon cardinal y participación como restricciones o limitaciones de estructura o estructurales de un tipo relacional. Existe una forma mas simple de especificar restricciones estructurales, sin embargo podría no ser tan intuitiva como separarlas entre las dos anteriores. Podemos asociar un par de

números enteros (min, max) con cada participación de un tipo entidad E en un tipo relacional R, donde  $0 \leq \min \leq \max \Rightarrow 1$ . Los números indican que para cada entidad e en E, e debe participar en al menos min y al máximo max instancias relacionales R todo el tiempo. Note que en este método min = 0 implica participación parcial y min > 0 implica participación total. La ventaja de usar este método es que es más preciso, y podemos usarlo fácilmente para especificar restricciones estructurales para tipos relacionales de cualquier grado.



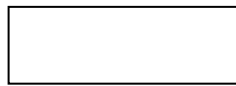
## DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN

Es un modelo de red que describe con un alto nivel de abstracción la distribución de datos almacenados en un sistema. Es una representación gráfica de las relaciones entre entidades.

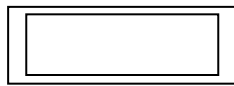
### Reglas para la construcción de un Diagrama ER

Para que un diagrama E-R sea eficiente debe de ser revisado una y otra vez, o sea, que el primero deberá y será solo un borrador. Todo esto se obtiene por medio de una serie de reglas de "refinamiento", algunas de estas reglas llevan a la creación de tipos entidades adicionales. La simbología a seguir son las siguientes :

**Rectángulos:** que representan el conjunto de entidades



Tipo Entidad



Tipo entidad debil

**Elipses:** que representan los atributos



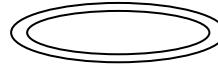
Atributo



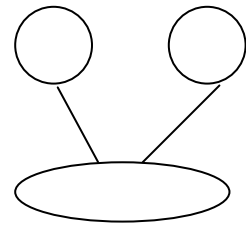
Atributo Clave



Atributo derivado

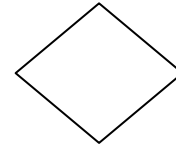


Atributo multivalor



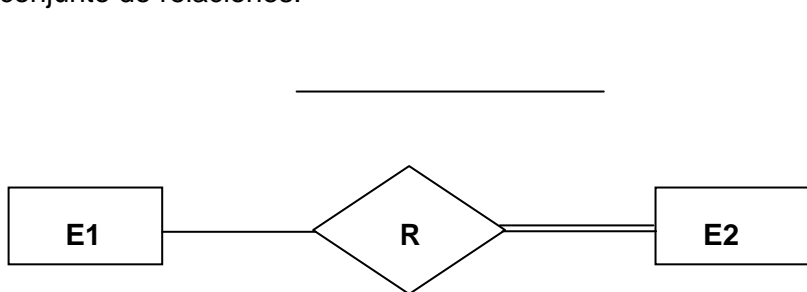
Atributo compuesto

**Rombos:** que representan conjuntos de relaciones

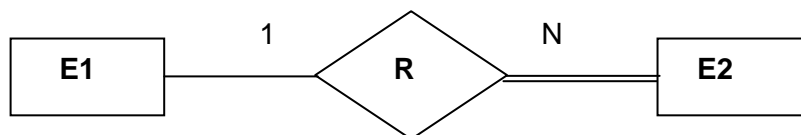


Tipo Relacional

**Lineas:** que enlazan atributos a conjunto de entidades y conjunto de entidades a conjunto de relaciones.



**Participación Total de E2 en R**



**Relación Cardinal 1:N para E1:E2 en R**



## Fundamentos de Base de Datos

Ing. Francisco José Santana V.

---

### Grado de un Relacional

El grado de un tipo relacional es el número de tipos entidades que participan en la relación. Un tipo relacional de grado 2 es llamado binarios y uno de grado 3 terciario. Las relaciones pueden ser de cualquier grado, pero las más comunes son las binarias.

En general, un tipo relacional terciario representa más información que tres tipos relacionales binarios. Por ejemplo, considere tres tipos relacionales binarios SUPLE, USA Y P\_SUPLIR. Supóngase el que P\_SUPLIR, entre SUPLIDOR y PIEZA, incluye una instancia (s,p) cada vez que el suplidor S puede suplir una pieza P (a cualquier proyecto); USA, entre PROYECTO y PIEZA, incluye una instancia (j,p) cada vez que el proyecto j usa una pieza p. Y SUPLE entre SUPLIDOR y PROYECTO, incluye una instancia (s,j), cada vez que el suplidor s suplir una pieza al proyecto. La existencia de tres instancias relacionales (s,p), (j,p) y (s,j) en P\_SUPLIR, USA y SUPLE, respectivamente, no implica necesariamente el que una instancia (s, j, p) exista en la relación ternaria SUPLE.

### Relaciones como Atributos

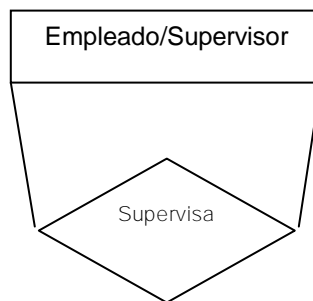
Es algunas veces conveniente pensar en un tipo relacional en términos de atributos. Considere el tipo relacional del ejemplo TRABAJA\_P. Uno puede pensar en un atributo llamado departamento del tipo entidad EMPLEADO cuyo valor para cada entidad empleado es la entidad departamento para la cual trabaja el empleado. De hecho, el conjunto de valores para este tipo entidad DEPARTAMENTO. Sin embargo, cuando pensamos en una relación binaria como un atributo, siempre tendremos dos opciones. En este ejemplo, la alternativa es pensar en un atributo multivalor empleado del tipo entidad DEPARTAMENTO cuyos valores para cada entidad departamento es el conjunto de entidades empleado que trabajan para ese departamento. El conjunto de valores para este atributo empleados es el tipo entidad EMPLEADO. Cualquiera de estos dos atributos –departamento del EMPLEADO o Empleados del DEPARTAMENTO- pueden representar el tipo relacional TRABAJA\_P. Si ambos son representados, están limitados a ser el inverso de cada uno.

### Nombres de Roles y Relaciones Recursivas

Cada tipo entidad que participa en un tipo relacional juega un **rol** particular en la relación. El **nombre del rol** refleja el rol o actuación que una entidad participante del tipo entidad juega en cada instancia relacional. Por ejemplo, en el tipo relacional TRABAJA\_P, EMPLEADO juega el rol de empleado o trabajador y DEPARTAMENTO juega el rol de departamento o empleador. La opción del nombre de rol no es siempre tan sencilla. Para la relación terciaria vista en ejemplos anteriores, es difícil conseguir nombres de roles simples.

Los nombres de roles no son necesarios en tipos relacionales donde todos los tipos entidades participantes son distintos. Sin embargo, en algunos casos el *mismo* tipo entidad participa más de una vez en un tipo relacional en *roles diferentes*, en estos casos el nombre del rol se convierte en esencial, para poder distinguir el significado de cada participación.

Esta clase de tipos relacionales son llamados **recursivos o reflexivos**. Por ejemplo un tipo relacional SUPERVISION relaciona un empleado a un supervisor en donde tanto las entidades empleado y supervisor son miembros del mismo tipo entidad EMPLEADO. Por tanto, el tipo entidad EMPLEADO participa *dos veces* en SUPERVISION: una vez en el *rol de supervisor* y una vez en el *rol de supervisado*. Cada instancia relacional rol, en SUPERVISION asocia dos entidades empleado ej y ek, la cual juega el rol de supervisor y la otra el rol de supervisado.



### Tipos Entidades Debiles [Weak]

Algunos tipos entidades no tienen atributos claves propios. Esto implica que no podríamos estar en capacidad de distinguir entre algunas entidades porque la combinación de valores de sus atributos podría ser idéntica. Esta clase de tipos entidades se les llama débiles. Entidades pertenecientes a un tipo entidad débil son identificadas relacionándolas a entidades específicas de otro tipo entidad en combinación con valores de algunos de sus atributos. Llamaremos a este otro tipo **Dueño identificador**, y llamaremos al tipo relacional que asocia un tipo entidad débil a su dueño la **relación identificadora** del tipo entidad débil. Un tipo entidad débil siempre tiene una restricción de participación total (dependencia existencial) con respecto a su relación identificadora, por que no es posible identificar una entidad débil sin su entidad dueño. Sin embargo, no toda dependencia existencial resulta en un tipo entidad débil.



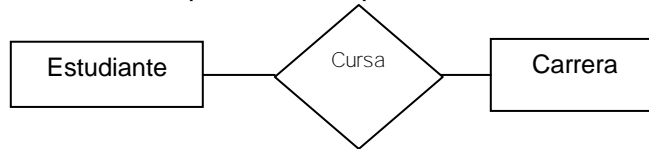
## Fundamentos de Base de Datos

Ing. Francisco Jose Santana V.

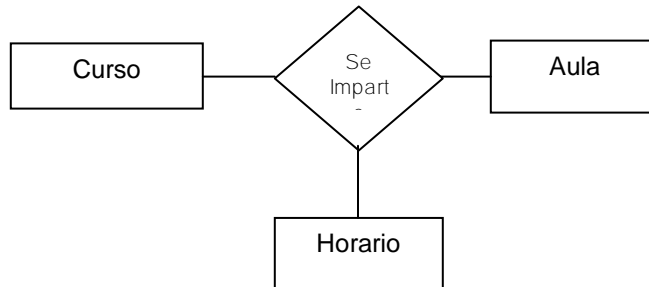
---

Ejemplo de un diagrama entidad relación, utilizando el diagrama entidad relación:

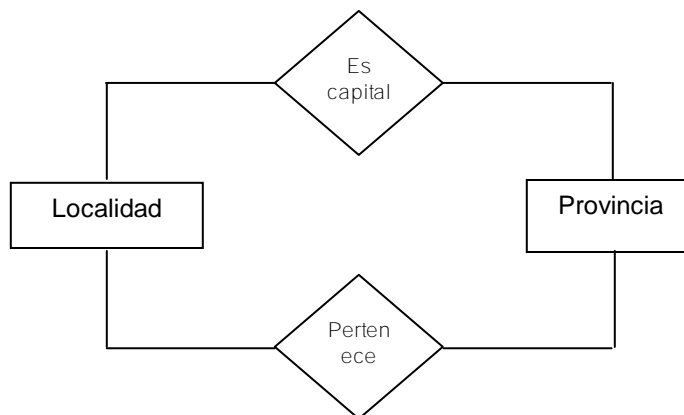
**Relaciones Binarias:** son aquellas en la que intervienen solo dos entidades:



**Relaciones Ternarias:** son aquellas en la que intervienen tres entidades en el mismo tipo relacional:



**Relaciones Dobles:** son aquellas en la que intervienen dos entidades pero se relacionan entre si de dos formas:



### Generalización-Especialización:

Es el resultado de la unión de 2 o más conjuntos de entidades (de bajo nivel) para producir un conjunto de entidades de más alto nivel. La generalización se usa para hacer resaltar los parecidos entre tipos de entidades de nivel más bajo y ocultar sus diferencias.

La generalización consiste en identificar todos aquellos atributos iguales de un conjunto de entidades para formar una entidad(es) global(es) con dichos atributos semejantes, dicha entidad(es) global(es) quedara a un nivel más alto al de las entidades origen.

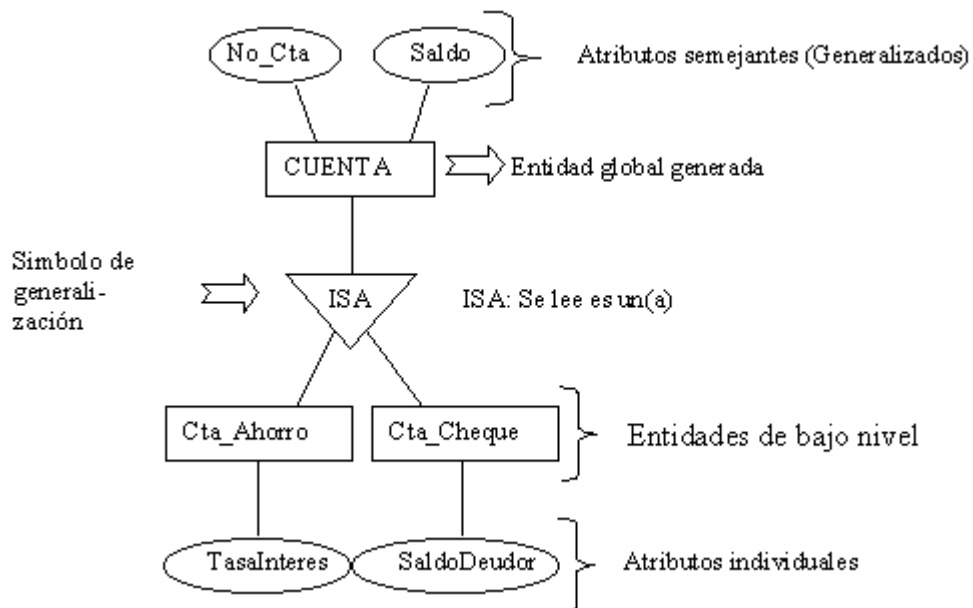
#### Ejemplo:

Tomando el ejemplo del libro de fundamentos de base de datos de Henry F. Korth.

Donde:

Se tiene las entidades Cta\_Ahorro y Cta\_Cheques, ambas tienen los atributos semejantes de No\_Cta y Saldo, aunque además de estos dos atributos, Cta\_Ahorro tiene el atributo Tasa\_Interes y Cta\_Cheques el atributo Saldo\_Deudor. De todos estos atributos podemos juntar (generalizar) No\_Cta y Saldo que son iguales en ambas entidades.

Entonces tenemos:

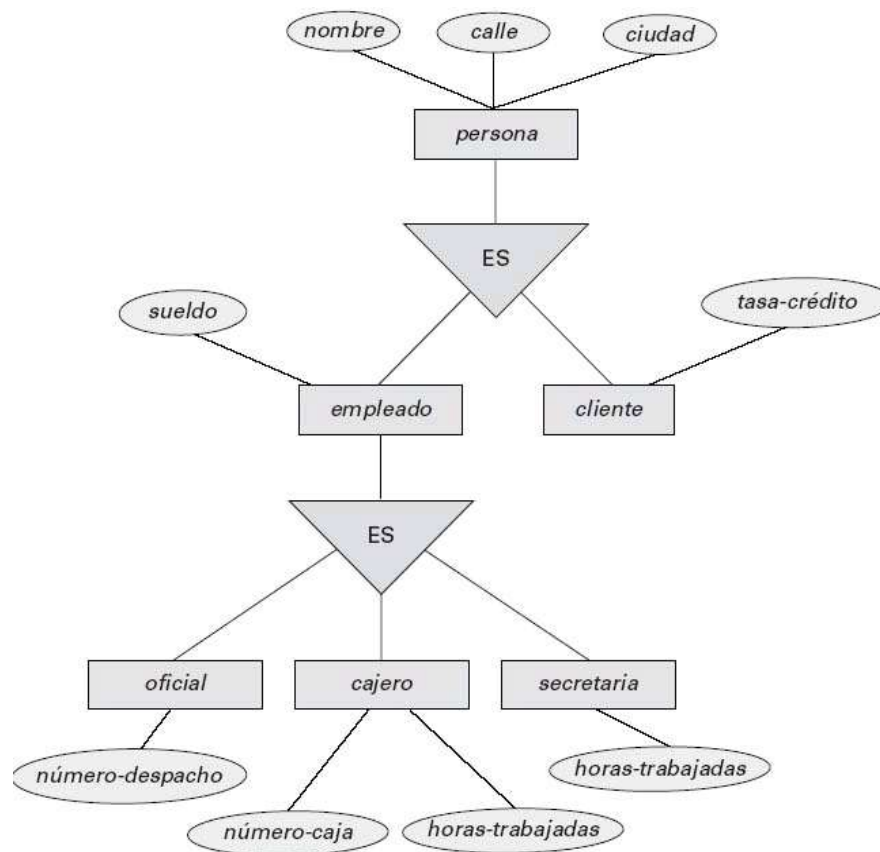


Podemos leer esta gráfica como: La entidad Cta\_Ahorro hereda de la entidad CUENTA los atributos No\_Cta y saldo, además del atributo de TasaInteres, de forma semejante Cta\_cheque tiene los atributos de No\_Cta, Saldo y SaldoDeudor.

Como podemos observar la Generalización trata de eliminar la redundancia (repetición) de atributos, al englobar los atributos semejantes. La entidad(es) de bajo nivel cuentan (heredan) todos los atributos correspondientes.

Es el resultado de tomar un subconjunto de entidades de alto nivel para formar un conjunto de entidades de más bajo nivel.

- En la generalización cada entidad de alto nivel debe ser también una entidad de bajo nivel. La especialización no tiene este limitante.
- Se representa por medio de un triángulo denominado con la etiqueta "ISA", se distingue de la generalización por el grosor de las líneas que conectan al triángulo con las entidades.
- La especialización denota la diferencia entre los conjuntos de entidades de alto y bajo nivel.



### Agregación:

La agregación surge de la limitación que existe en el modelado de E-R, al no permitir expresar las relaciones entre relaciones de un modelo E-R en el caso de que una relación X se quiera unir con una entidad cualquiera para formar otra relación. La agregación consiste en agrupar por medio de un rectángulo a la relación (representada por un rombo) junto con las entidades y atributos involucrados en ella, para formar un grupo que es considerado una entidad y ahora sí podemos relacionarla con otra entidad.

Para ejemplificar lo anterior consideremos el ejemplo del libro de fundamentos de Base de Datos de Henry F. Korth. En donde el problema consiste en que existen trabajando muchos empleados que trabajan en diferentes proyectos, pero dependiendo del trabajo que realicen pueden llegar a utilizar un equipo o maquinaria; en este problema intervienen 3 entidades: Empleado, Proyecto y Maquinaria, el diagrama E-R correspondiente es:

Como el modelo E-R no permite la unión entre dos o más relaciones, la relación trabajo es englobada como si fuera una entidad más de la relación usa, gráficamente queda como:

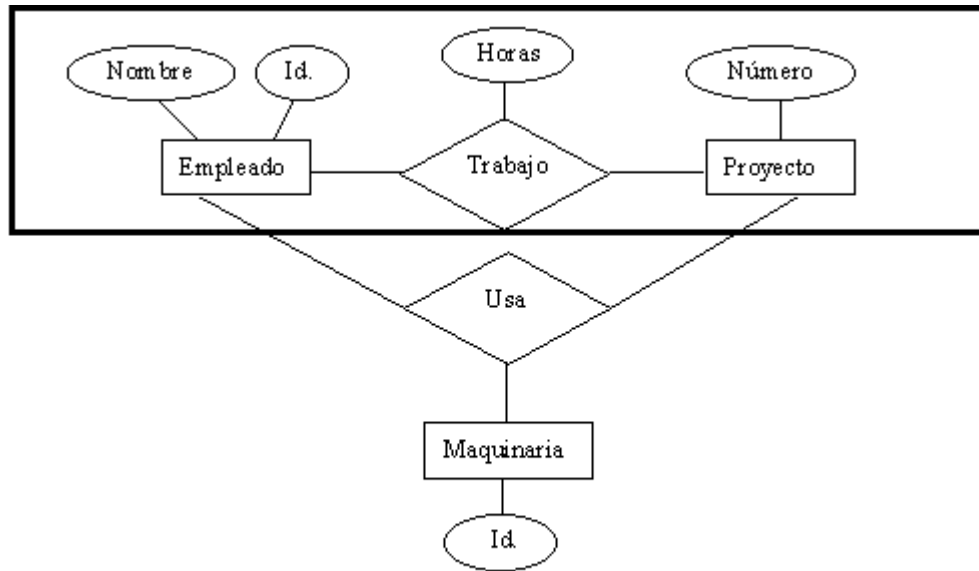


Diagrama E-R con agregación

Ahora podemos decir que la entidad trabajo se relaciona con la entidad maquinaria a través de la relación usar. Para indicarnos que un trabajo usa un determinado equipo o maquinaria según el tipo de trabajo que se trate.

## **Reducción de los Diagramas E-R a tablas**

Todo modelo E-R puede representarse por medio de tablas relacionales. Para ello las reglas son las siguientes:

Para cada conjunto de entidades fuertes A, existe una única tabla a la que se le asigna el nombre del conjunto de entidades A, y cuyos atributos son los atributos del conjunto de entidades.

Para cada conjunto entidad débil B, existe una única tabla a la que se le asigna el nombre de la entidad débil B, y cuyos atributos son atributos de la entidad débil más los de la clave primaria de la entidad fuerte a la que esta subordinada.

Para cada conjunto de relaciones existe una única tabla a la que se le asigna el nombre del conjunto de relaciones, cuyos atributos son las claves primarias de todas las entidades que relaciona más los atributos propios de la relación.