

Capítulo 2 - Modelado Conceptual con MER

2.1.- El Diseño Conceptual en el Proceso de Desarrollo de Software.

Consideremos el Ciclo de Vida Clásico de un producto Software. Dentro del desarrollo, las primeras etapas son las que cobran mayor importancia, ya que en ellas se debe centrar la mayor cantidad de esfuerzo, para asegurar una mayor calidad del producto.

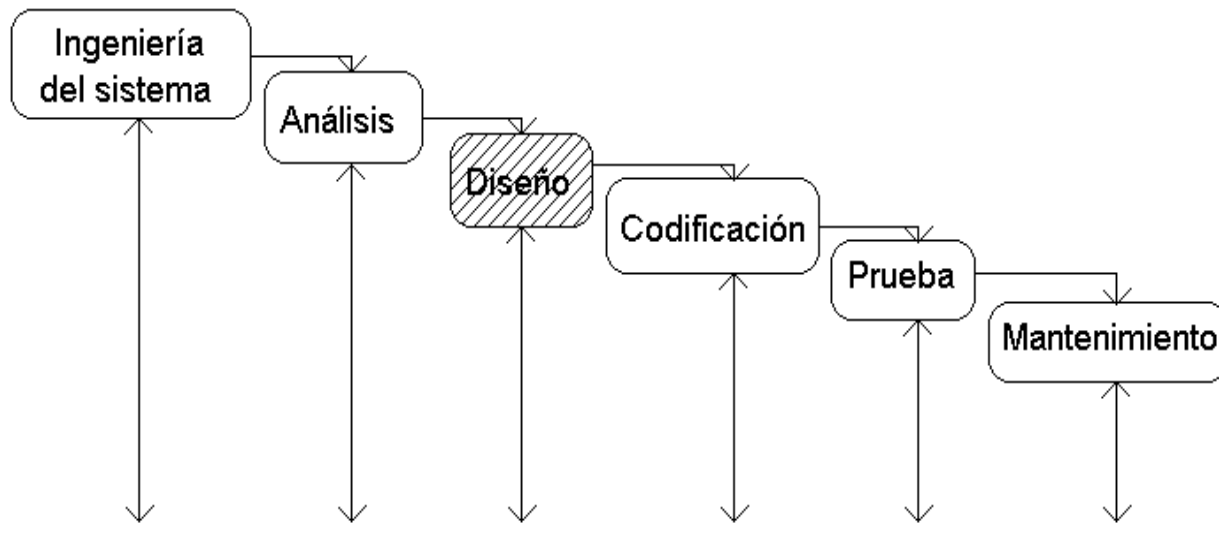


Figura 2.1.- Ciclo de Vida Clásico

Dentro de estas etapas, se encuentra el diseño. El diseño como actividad se puede entender en distintos niveles de abstracción, separándolo en diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico.

El diseño conceptual es de un alto nivel de abstracción, y puede confundirse su inicio con el término de la etapa de análisis, ya que permite visualizar de mejor manera un problema. Además este diseño no está necesariamente asociado a priori con una plataforma de implementación, sino que más cercano a la realidad, al problema a solucionar.

El diseño lógico se acerca más a la implementación del producto en una plataforma computacional, integrando consideraciones para la plataforma específica en cuestión.

Finalmente el diseño físico es una especificación tal que representa exactamente la implementación del producto.

2.2.- El Diseño de Bases de Datos.

En el siguiente diagrama se puede apreciar el proceso de diseño de bases de datos. Los requisitos de datos constituyen un componente de los requisitos de un producto y son una entrada al diseño conceptual.

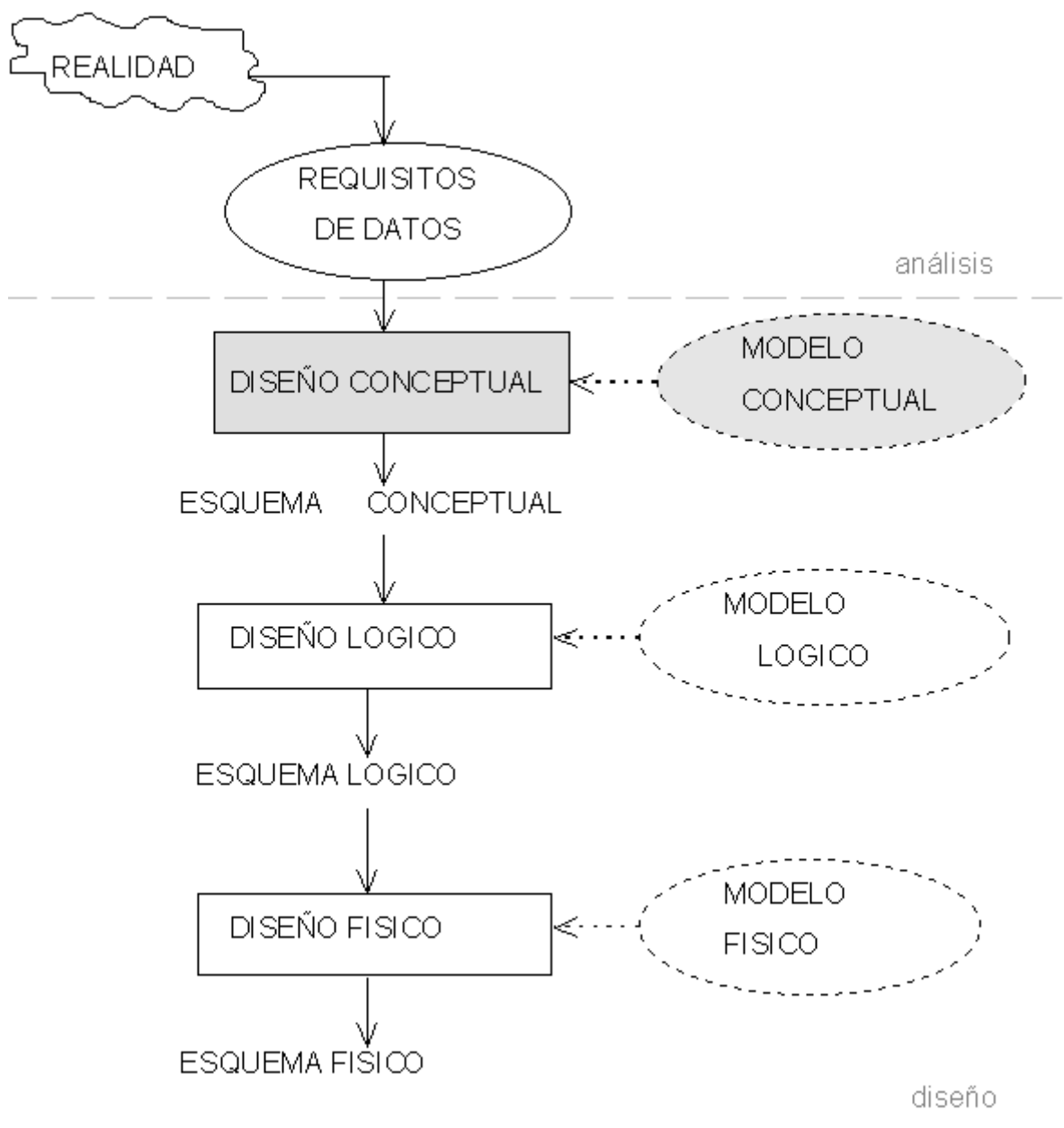


Figura 2.2.- Proceso de Diseño de Bases de Datos

2.2.1.- Diseño Conceptual.

Recibe como entrada la especificación de requerimientos y su resultado es el esquema conceptual de la base de datos, que es una descripción de alto nivel de la estructura de la base de datos, independiente del software que se use para manipularla.

Modelos Conceptuales: MER, Modelos OO, Formalismo Individual.

2.2.2.- Diseño Lógico.

Recibe como entrada el esquema conceptual y da como resultado un esquema lógico, que es una descripción de la estructura de la base de datos que puede procesar el software DBMS.

Modelos Lógicos: Relacional, de Redes, Jerárquico.

2.2.3.- Diseño Físico.

Recibe como entrada el esquema lógico y da como resultado un esquema físico, que es una descripción de la implementación de una base de datos en la memoria secundaria, describe las estructuras de almacenamiento y los métodos usados para tener un acceso efectivo a los datos.

Modelos Físicos: Modelo Unificador, Memoria de Elementos.

2.3.- *Modelo de Datos.*

Dentro de la problemática del diseño de bases de datos, los modelos de datos cumplen un importante rol, pues son las herramientas que nos permiten generar los esquemas de bases de datos, los que regirán su estructura.

Un modelo de datos define las reglas por las cuales los datos son estructurados. Esta estructuración, sin embargo, no da una interpretación completa acerca del significado de los datos y de la forma en que serán usados. Las operaciones permitidas sobre datos deben ser definidas. Muchos modelos conceptuales, como el MER, no incluían operaciones en sus definiciones preliminares, por lo que fueron propuestas en estudios posteriores.

Se define el modelo de datos M consistente de dos partes:

G: un conjunto de reglas generadoras de esquemas.

O: un conjunto de operaciones.

El conjunto de reglas G expresa las propiedades estáticas de un modelo de datos y corresponden a lo que se denomina generalmente Data Definition Language (DDL). Este define las estructuras permitidas para el modelo de datos M, es decir, generan esquemas.

El conjunto G se puede dividir en dos:

- Gs: reglas generadoras de las estructuras permitidas.
- Gc: reglas generadoras de las restricciones del modelo.

Así, Gs genera las categorías y estructuras para un modelo, y Gc las restricciones.

Utilizando esta última notación, un esquema S consiste de dos partes: una estructura Ss y restricciones Sc, donde Sc es una lista explícita de restricciones que deben ser satisfechas en todo momento.

Un modelo de datos también puede tener restricciones que son inherentes a él, las que generalmente se incorporan en S_s (la estructura).

Las reglas de generación G son generadoras de un conjunto de esquemas S , en el que cada uno de ellos define estructuras y restricciones particulares para los datos. Hay muchas bases de datos D en términos de la ocurrencia del esquema S , pero todos tienen la misma estructura genérica y obedecen a las mismas restricciones definidas en S .

En resumen:

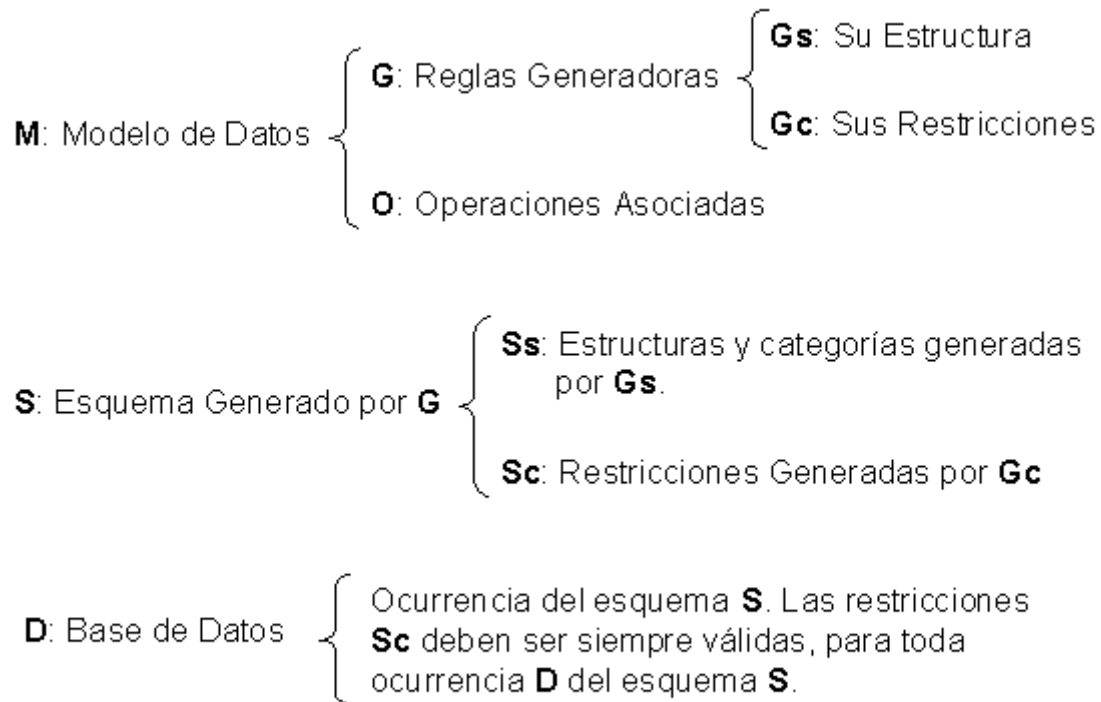


Figura 2.3.- Modelo de Datos

Las propiedades dinámicas de un modelo de datos son expresadas por un conjunto de operaciones O , las que generalmente son llamadas Data Manipulation Language (DML). Estas propiedades definen las acciones permitidas para una base de datos, tal que transforme la ocurrencia D_i en la ocurrencia D_j .

2.4.- El Modelo Entidad Relación.

A continuación se definen los elementos del modelo entidad relación y sus extensiones más usadas. Además se incluye su representación gráfica.

2.4.1.- Dominio.

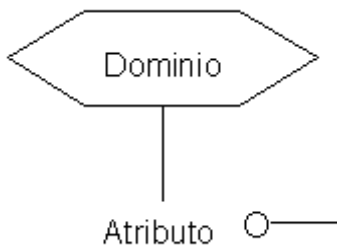
Conjunto de valores de un mismo tipo.



Ejemplo: nombres de personas, DNI válidos, estados civiles.

2.4.2.- Atributo.

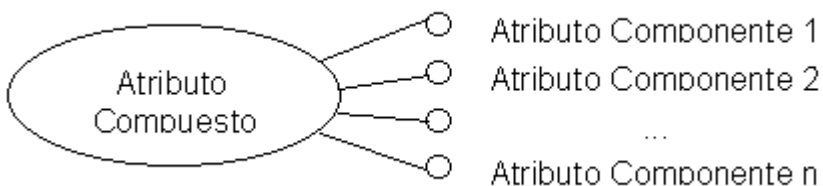
Elemento de un Dominio. Aporta mediante su rótulo, la semántica de los valores del Dominio al que está asociado.



Ejemplo: DNI, nombre, departamento, edad, tipo proyecto.

2.4.3.- Atributo Compuesto

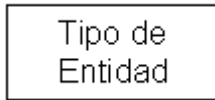
Corresponde a grupos de atributos que tienen afinidad en cuanto a su significado o a su uso .



Ejemplo: Dirección = calle + número + ciudad

2.4.4.- Tipo de Entidad.

Los Tipos de Entidad representan clases de objetos de la realidad. Además se componen de atributos, los cuales representan las características de un tipo de entidad.



Ejemplo: Persona, Proceso, Factura, Guía de Despacho, Cliente, Producto.

2.4.5.- Identificador de un tipo de entidad.

Un atributo I, posiblemente compuesto, de un tipo de entidad TE, es un Identificador de TE si y sólo si satisface las siguientes 2 propiedades independientes del tiempo.

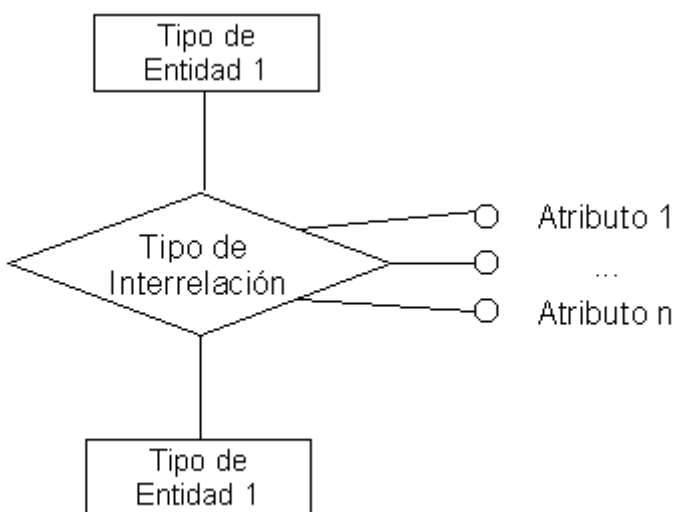
- Unicidad. En cualquier momento dado, no existen dos elementos en TE con el mismo valor de I.
- Minimalidad. Si I es compuesto, no será posible eliminar ningún atributo componente de I sin destruir la propiedad de unicidad.



Ejemplo: para un tipo de entidad Persona, el identificador puede ser DNI.

2.4.6.- Tipo de Interrelación.

Los Tipos de interrelación representan agregaciones de dos o más entidades (interrelaciones binarias o n-arias) no necesariamente diferentes. El Identificador de un Tipo de Interrelación, se forma a partir de los identificadores de los tipos de entidad que relaciona.



Ejemplo: Tipo de Entidad 1 es Empleado, Tipo de Entidad 2 es Departamento, Tipo de Interrelación es Trabaja para.

2.5.- Modelo Entidad Relación: Extensiones

2.5.1.- Cardinalidad de Asignación.

Caracteriza a los atributos de un tipo de entidad y a los tipos de interrelación.

Las definición aquí utilizada corresponde a la realizada por Tardieu.

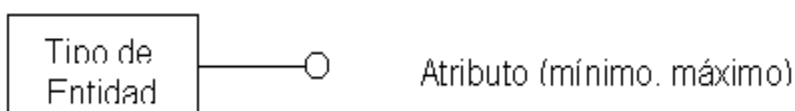
Cardinalidad de atributo con respecto a un tipo de entidad.

Para los atributos, la cardinalidad mínima indica el número mínimo de valores de un atributo asociado con cada caso (ocurrencia) de una entidad o interrelación. La cardinalidad máxima indica el número máximo de valores para un atributo asociado a cada caso de una entidad o interrelación.

Se define la Cardinalidad del Atributo A con respecto al tipo de entidad TE como:

$\text{Card}(A, TE) = (\text{mínimo}, \text{máximo})$, con $\text{mínimo}, \text{máximo} \in \{0, \dots, n\}$ y $\text{mínimo} \leq \text{máximo}$.

donde un elemento de A debe participar al menos *mínimo* veces, y a lo más *máximo* veces en cada ocurrencia de TE.



Ejemplo: el atributo teléfono del tipo de entidad Persona puede tener cardinalidad (0,3)

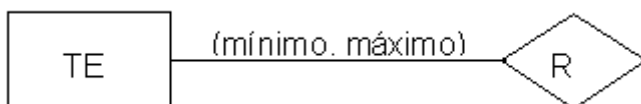
2.5.1.1.- Cardinalidad de tipo de entidad con respecto a un tipo de interrelación.

Para los tipos de interrelación la cardinalidad máxima (mínima) establece el menor (mayor) número de correspondencias en cada una de los tipos de entidad involucradas en la interrelación.

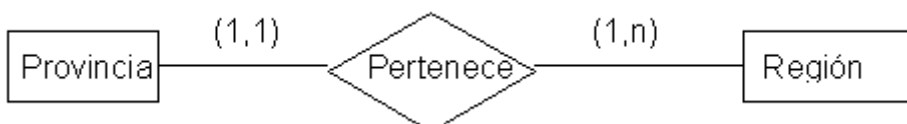
Se define la Cardinalidad del Tipo de Entidad TE con respecto al tipo de interrelación R como:

$\text{Card}(TE, R) = (\text{mínimo}, \text{máximo})$, con $\text{mínimo}, \text{máximo} \in \{0, \dots, n\}$ y $\text{mínimo} \leq \text{máximo}$.

donde toda ocurrencia de TE debe participar al menos *mínimo* veces, y a lo más *máximo* veces en R.



Ejemplo: Cada entidad de Provincia participa en la relación Pertenece exactamente una vez, mientras que cada entidad de Región participa en la relación Pertenece a lo menos una vez. Esto es, cada a cada región pertenecen a lo menos una provincia, mientras que toda provincia debe pertenecer a sólo una región.

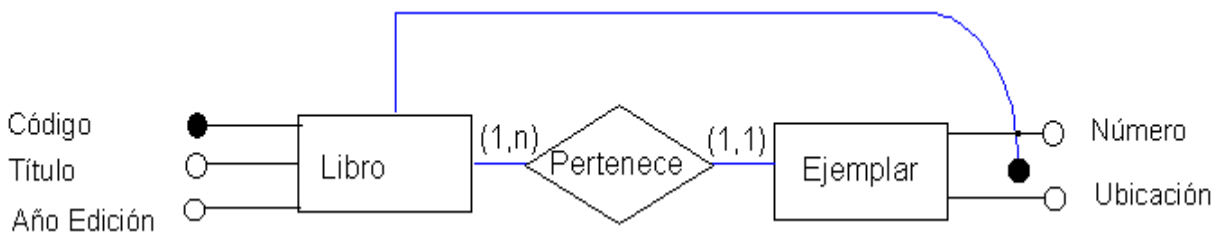


2.5.2.- Identificador de un tipo de entidad.

Sea TE un tipo de entidad, sean A_1, A_2, \dots, A_n atributos monovalentes obligatorios de TE, sean TE_1, TE_2, \dots, TE_m otros tipos de entidad vinculados a TE por R_1, R_2, \dots, R_m , tipos de interrelación (binarias) obligatorias. Considérese un posible identificador

$$I = \{a_1, a_2, \dots, a_n, TE_1, TE_2, \dots, TE_m\}, n = 0, m = 0, n + m = 1.$$

El valor del identificador para un caso particular te del tipo de entidad TE se define como el conjunto de todos los valores de los atributos a_i ($i = 1, 2, \dots, n$) y todos los casos de los tipos de entidad TE_j ($j = 1, 2, \dots, m$) vinculadas con te . Cada entidad puede tener múltiples identificadores alternativos. Ejemplo: En una biblioteca, se tiene para cada libro uno o más ejemplares. Cada libro tiene un código único, mientras que para diferenciar a un ejemplar de otro, se le agrega un correlativo. Para esta situación, se puede tener un esquema como el siguiente, donde el tipo de entidad Libro tiene como atributos código, título y año edición, mientras que Ejemplar tiene como atributos número de ejemplar y ubicación.



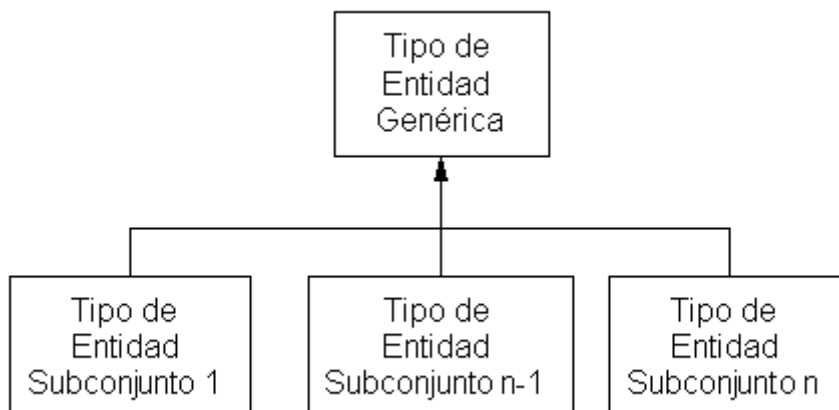
2.5.2.1.- Clasificación de los tipos de entidad según sus identificadores.

- Tipo de Entidad Fuerte: Tipo de entidad con identificador interno. Por ejemplo el tipo de entidad Libro.
- Tipo de Entidad Débil: Tipo de entidad con identificador externo o mixto. Por ejemplo el tipo de entidad Ejemplar.

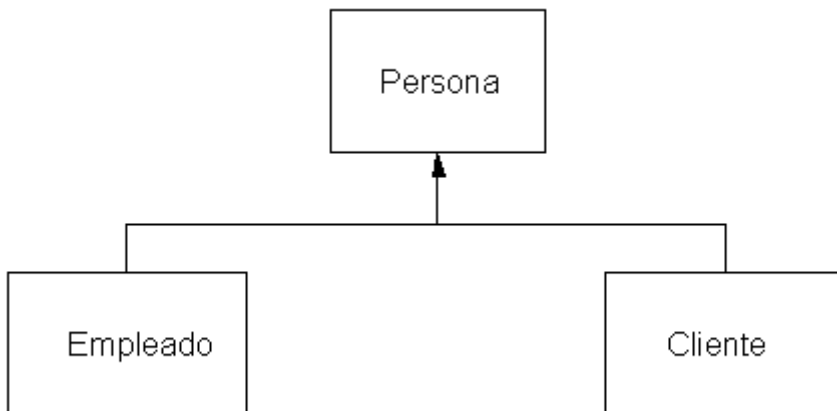
2.5.3.- Estructura de Generalización.

Un tipo de entidad TE (tipo de entidad genérica) es una generalización de un grupo de tipos de entidades $STE_1, STE_2, \dots, STE_n$ (tipos de entidad subconjunto) si cada entidad de los tipos de entidad $STE_1, STE_2, \dots, STE_n$ es también una entidad del tipo de entidad TE. (Lo opuesto a la generalización se denomina especialización.)

Además cada atributo, interrelación o generalización definida para un tipo de entidad genérica, será heredado por todas las entidades subconjunto de la generalización.

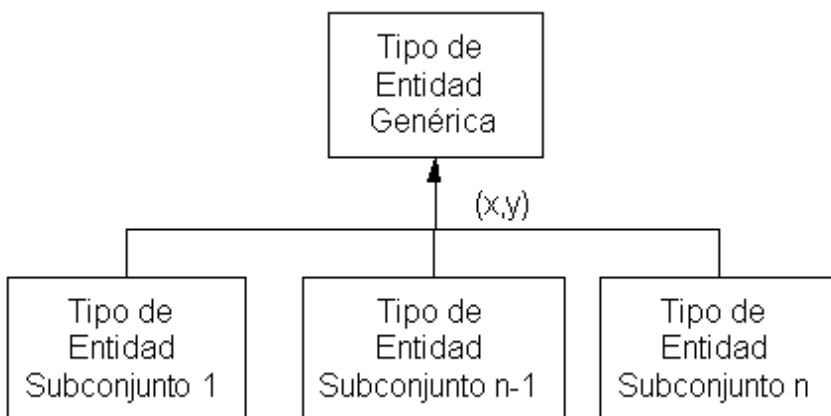


Ejemplo: el Tipo de entidad Persona es una generalización de cliente y empleado, en un Banco.



2.5.3.1.-Cobertura.

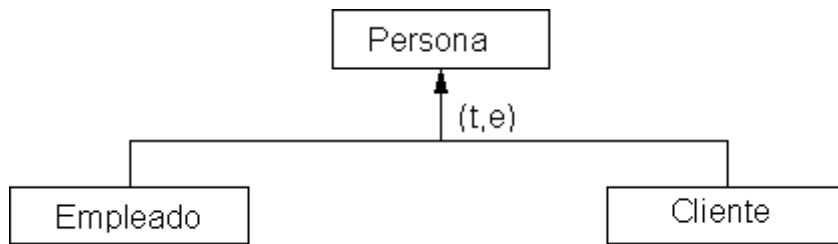
Las jerarquías de generalización presentan la propiedad de cobertura. La cobertura puede ser parcial o total y exclusiva o superpuesta. La cobertura parcial o total permite especificar una restricción entre el tipo de entidad genérica y sus tipos de entidad subconjunto, donde todos los elementos del tipo de entidad genérico deben pertenecer a alguno de sus tipos de entidad subconjunto (si es total), o no (si es parcial). La cobertura exclusiva o superpuesta permite especificar una restricción entre los tipos de entidad subconjunto, donde los elementos que pertenecen a un tipo de entidad subconjunto pueden pertenecer también a otro tipo de entidad subconjunto (si es superpuesto) o no (si es exclusiva).



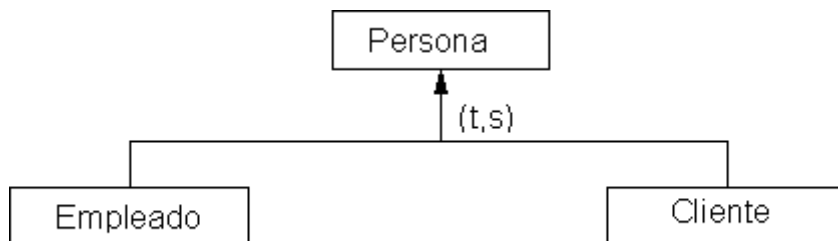
Ejemplo:

Consideremos el caso de un banco cualquiera y una política respecto a las personas a considerar, y su calidad de empleados y clientes.

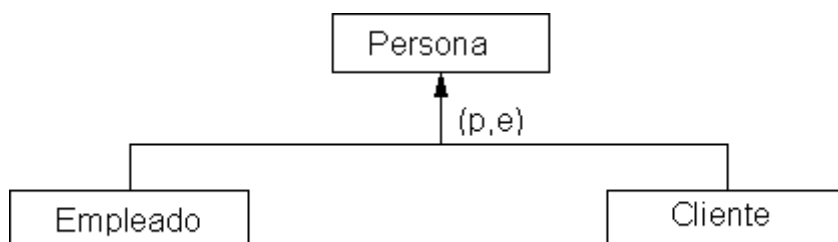
Caso cobertura total y exclusiva: Todas las personas son empleados o clientes del banco, pero no ambas cosas simultáneamente. En este caso hablamos de cobertura total (todas las personas están clasificadas como empleados o clientes) y exclusiva (sí una persona se clasifica como empleado, no puede clasificarse como cliente y al contrario ocurre lo mismo).



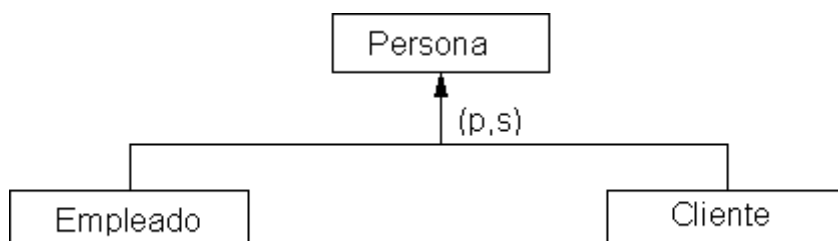
Caso cobertura total y superpuesta: Todas las personas son empleados o clientes del banco, permitiéndose que un empleado sea a su vez cliente. En este caso hablamos de cobertura total (todas las personas están clasificadas como empleados o clientes) y superpuesta (no existe restricción con respecto a la exclusividad).



Caso cobertura parcial y exclusiva: Hay personas, algunas de las cuales son empleados o clientes del banco, pero no ambas cosas simultáneamente. En este caso hablamos de cobertura parcial (no todas las personas están clasificadas como empleados o clientes) y exclusiva (sí una persona se clasifica como empleado, no puede clasificarse como cliente y al contrario ocurre lo mismo).

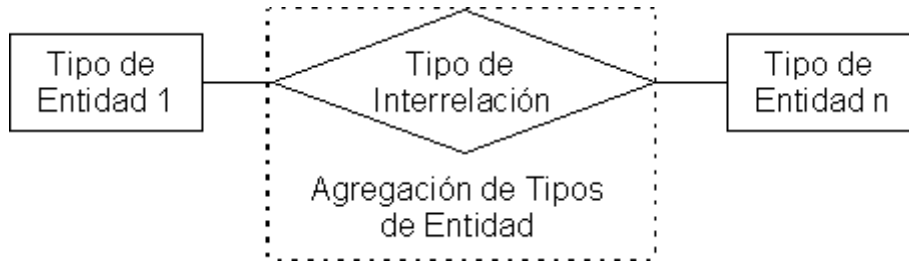


Caso cobertura parcial y superpuesta: Algunas personas son empleados o clientes del banco, pudiendo ser ambas cosas. En este caso hablamos de cobertura parcial (no todas las personas están clasificadas como empleados o clientes) y superpuesta (si una persona se clasifica como empleado también puede clasificarse como cliente).

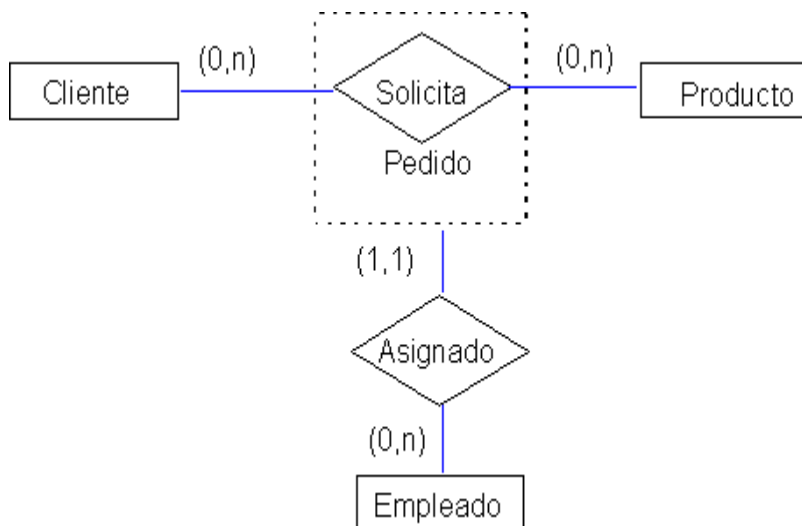


2.5.4.- Agregación de Tipos de Entidad.

Un tipo de interrelación y los tipos de entidad que relaciona, puede ser manejado como un tipo de entidad en un nivel de abstracción mayor, lo que posibilita que se pueda interrelacionar con otros tipos de entidad. Este mecanismo es conocido como Estructura de Agregación o Agregación de Tipos de Entidad, en aquellas extensiones del MER que la incorporan.

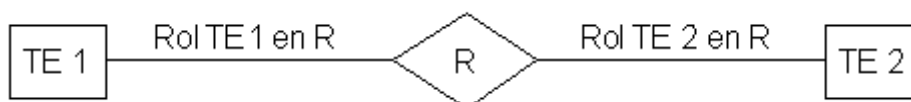


Ejemplo: En una organización se manejan pedidos, los que incluyen productos solicitados por clientes. Cada pedido debe ser asignado a un empleado.

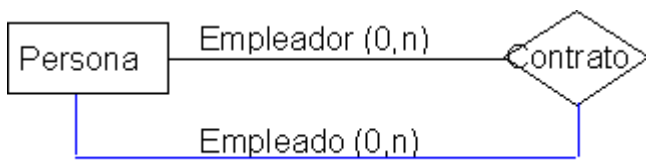


2.5.5.- Roles de Tipos de Entidad en Tipos de Interrelación.

Un Rol de un Tipo de Entidad en un Tipo de Interrelación es la función que aquel cumple dentro de ésta. La definición de roles permite atribuirle a un tipo de entidad su semántica dentro de la agregación, aportándole mayor expresividad al esquema y permitiendo disminuir ambigüedades en la definición de cardinalidades (esto cobra mayor importancia en aquellos tipos de interrelación que involucran a un mismo tipo de entidad más de una vez).



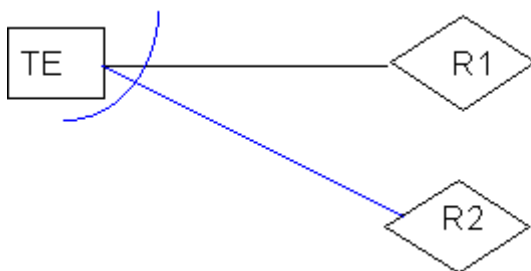
Ejemplo:



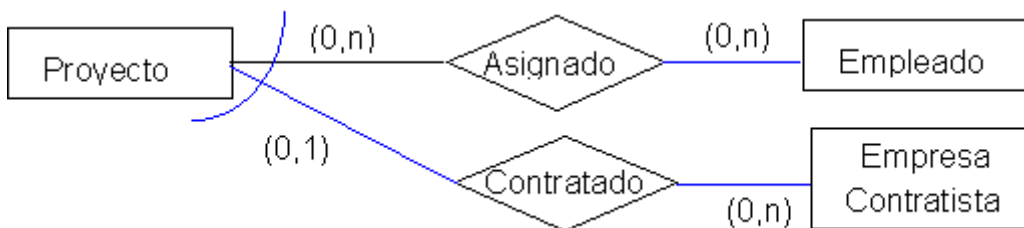
2.5.6.- Tipos de Interrelaciones Exclusivas con respecto a un Tipo de Entidad.

Sea TE un tipo de entidad y sea un conjunto de tipos de interrelación $RE = \{R_1, \dots, R_n\}$ tales que $TE \in R_i$, i en $\{1, \dots, n\}$, RE se dice exclusivo con respecto a TE, si cada ocurrencia de TE sólo puede estar presente a lo más en un R_i , i en $\{1, \dots, n\}$.

Observación: En este caso la cardinalidad mínima de TE con respecto a R_i , con i en $\{1, \dots, n\}$ debe ser 0.



Ejemplo: Consideremos el caso de una organización donde se desarrollan proyectos, los cuales pueden ser asignados a empleados de la organización, o a una empresa contratista, pero no a ambos.



2.6.- Restricciones en MER extendido.

Las restricciones estáticas especifican los estados posibles de la base de datos modelada en un esquema dado. En un esquema MER la principal restricción estática está dada por la estructura (pertenencia de un atributo a un tipo de entidad o interrelación, tipos de entidad que relaciona un tipo de interrelación), y también se pueden especificar las siguientes.

- Dominio.
- Cardinalidad de atributo con respecto a un tipo de entidad.
- Cardinalidad de un tipo de entidad con respecto a un tipo de interrelación.
- Identificadores.
- Cobertura.
- Tipos de Interrelación Exclusivas con respecto a un Tipo de Entidad.

2.7.- Estrategia para modelar con MER.

Se debe hacer uso de los conceptos de abstracción básicos: clasificación, agregación y generalización. Para ello se pueden seguir los procesos siguientes.

1. Identificar Tipos de Entidad y las relaciones que existen entre ellos.
2. Descomponer un tipo de entidad en dos o más tipos de entidad, relacionados o no, o participando en una estructura de generalización.
3. Descomponer un tipo de interrelación en varias.
4. Identificar atributos para cada elemento.
5. Definir identificadores para los tipos de entidad.
6. Definir restricciones de cardinalidad y cobertura.
7. Verificar que el esquema resultante es correcto con respecto a la especificación (representa toda la realidad descrita).
8. Verificar que el esquema es correcto con respecto al buen uso del modelo.
9. Analizar modificaciones al esquema.

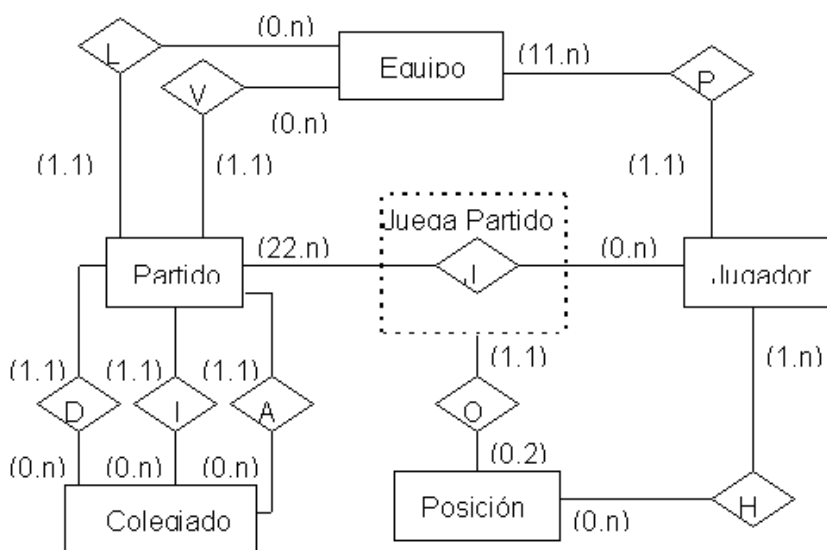
2.8.- Ejemplo.

Consideremos el caso de un campeonato juvenil (menores de 25 años) de fútbol. Existen distintos aspectos a considerar para este caso.

- Hay equipos de a lo menos 11 jugadores.
- Cada jugador puede participar en un equipo solamente.
- En cada partido juegan dos equipos.
- En cada partido participan 3 colegiados: un arbitro, un arbitro de banda derecha y un arbitro de banda izquierda.
- Cada jugador tiene asignadas posiciones en las que puede jugar en un partido.
- Cada jugador de un equipo participa en un partido en una posición, que debe ser alguna para las cuales está preparado.
- No necesariamente todas las posiciones deben ser ocupadas en un partido (puede haber más de once posiciones).

2.8.1.- Esquema MER.

Sea el siguiente esquema MER una posible representación de la realidad descrita:



Los nombres de los tipos de interrelación han sido abreviados para mayor legibilidad del esquema. A continuación se detalla su significado.

L: Local V: Visita P: Pertenece

J: Juega O: Ocupa H: habilitado para

I: Arbitro Banda Izquierda D: Arbitro Banda Derecha A: Arbitro.

Se definen los atributos de los tipos de entidad a continuación.

Tipo de Entidad	Atributo	Dominio
Equipo	nombre equipo	Nombres de equipos de fútbol
Jugador	dni	números documentos válidos
	nombre	Nombres de Persona
	fecha de nacimiento	Fechas posteriores a 1971
Partido	fecha	Fechas del año 1996
	hora	Horas entre las 10:00 y las 21:30
Colegiado	dni	números documentos válidos
	nombre	Nombres de Persona
Posición	número	enteros mayores que cero
	función	Funciones de Jugadores
JuegaPartido	Jugador	Jugador
(es Agregación)	Partido	Partido

Las restricciones que no se han definido explícitamente en el esquema ni en la documentación posterior, se presentan a continuación:

- Un equipo no puede participar en un mismo partido como visita y local a la vez.
- Un jugador sólo puede jugar en un partido ocupando una posición en la que está habilitado.
- Un jugador sólo puede jugar en un partido si su equipo participa en él como local o visita.
- De los jugadores que participan en un partido, a lo menos 11 pertenecen al equipo local y 11 al equipo visitante.
- En un mismo partido, deben estar asignados colegiados distintos para cada rol.