

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

**LEVANTAMIENTO DEL ESTADO DEL ARTE ACERCA DE METODOLOGÍAS O MÉTRICAS EXISTENTES PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE UN MODELO ENTIDAD RELACIÓN**

**EDWAR ANDRÉS SANDOVAL TORRES**

**JOHAN ALEXANDER SALAZAR ALZATE**

**Facultad de Ingenierías**

**Tecnología en Sistemas de la Información**

**Asesor:** Jorge Iván Bedoya

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**MEDELLÍN**

**2015**

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## RESUMEN

Para evaluar un modelo entidad relación, ER, no existe un grupo de métricas o metodologías objetivas, por lo que en este trabajo se desarrolla el levantamiento de un estado del arte en el cual se analizará la eficiencia del modelo mencionado.

En este proceso se hará una exhaustiva revisión sobre las diferentes métricas existentes con el fin de beneficiar dos grupos diferentes. Por un lado, aquellos que se dedican a desarrollar y, por el otro, aquellos cuyo interés por construir métricas precisas en un futuro tomen un estándar referenciado en esta investigación.

Igualmente, se tendrá presente una serie de consideraciones y recomendaciones que aportan a la evaluación de los criterios de calidad del modelo conceptual, dentro de la vida de las bases de datos, a través de una revisión temática presentada por diversos autores y estándares de calidad en la ISO/IEC 25012, que son estándares de Diseño en bases de datos.

Uno de los principales resultados encontrados durante la Investigación de este trabajo es que antes de evaluar y si es necesario mejorar la calidad de un modelo de datos conceptuales, es necesario recopilarlos de una manera objetiva.

Es en este contexto que las medidas pueden ayudar a los diseñadores de bases de datos para tomar mejores decisiones durante la etapa de diseño, aunque han sido propuestas algunas estructuras de calidad para modelos de datos conceptuales, a la mayoría de ellos les faltan medidas cuantitativas válidas para esta evaluación de una manera objetiva.

Palabras clave: Modelo Entidad Relación, métricas, eficiencia, Diseño, medida.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## RECONOCIMIENTOS

Para este trabajo de Investigación fue necesario el apoyo y acompañamiento de los Docentes que hicieron parte del proceso de formación académica durante el tiempo cursado en la Tecnología en sistemas de la Información en el Instituto Tecnológico metropolitano ITM y que además hicieron parte del desarrollo de este trabajo.

Se agradece, especialmente, al docente Jorge Iván Bedoya, Jefe de la cátedra de bases de datos, quien aportó en la etapa de elaboración con sus correcciones sugerencias. Estos agradecimientos también son extensivos a los docentes del programa, a los compañeros de clases que durante estos años acompañaron el proceso de aprendizaje y a las familias por su acompañamiento.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## ACRÓNIMOS

MER: Modelo Entidad Relación

BD: Bases de Datos

DBMS: sistema de administración de base de datos

SI: Sistemas de Información

EER: Modelo Entidad Relación Extendido

ECER: Modelo entidad Relación Extendido

ECR: Relación Entidad Categoría

BIER: Comportamiento integrado Entidad relación.

OORE: Entidad relación orientado a objetos.

ODL: Objeto Definición Lenguaje

SGBD: Sistema de gestión de bases de datos

ER: Entidad Relación

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 BASE DE DATOS.....	9
2.2. MODELO ENTIDAD RELACIÓN.....	10
2.3. COMPONENTES DE UNA ENTIDAD-MODELO DE RELACIÓN.....	10
2.3.1 Entidades.....	10
2.3.2 Atributos.....	11
2.3.3 Relaciones.....	11
2.3.4 Modelado de datos haciendo hincapié en las relaciones.....	12
2.4 EXPANSIONES DEL MODELO ENTIDAD RELACIÓN ORIGINAL.....	14
2.4.1 Objetos y clases.....	14
2.4.2 Restricciones de relación.....	15
2.4.3 Atributos compuestos.....	16
2.4.4 Identificadores.....	16
2.4.5 Diagramas para modelos básicos.....	17
2.5. MODELOS RE EXTENDIDOS.....	18
2.5.1 El modelo REE por Teory, Yang y Fry.....	18
2.5.2 El modelo REE por Markowitz y Shoshani.....	20
2.5.3 El modelo ECER.....	22
2.5.4 El modelo REE por Hohenstein y Gogolla.....	23
2.5.5 El modelo ECER.....	25
2.5.6 El modelo OOER.....	27
2.5.7 El modelo BIER.....	30
2.5.8 Diagramas Schema orientados a objetos.....	32
2.6 Modelo de datos.....	34
2.6.1 Cualidades de un modelo.....	35
2.7. DISEÑO CONCEPTUAL.....	36

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

2.8 DISEÑO LÓGICO: la transformación del modelo ER al modelo relacional .....	36
2.8.1 Introducción a la transformación de entidades e interrelaciones .....	37
2. 8.2. Transformación de entidades.....	37
2. 8.3 Transformación de interrelaciones binarias .....	38
2. 8.3.1. Conectividad 1:1 .....	38
2.8.3.2. Conectividad 1: N.....	40
2.8.3.3Conectividad M: N.....	41
2.8.3.4 Influencia de la dependencia de existencia en la transformación de las interrelaciones binarias .....	42
2.8.3.5 Transformación de interrelaciones ternarias .....	43
2.8.3.5. Conectividad M: N: P .....	44
2.8.3.6 Conectividad M: N:1 .....	45
2.8.3.7. Conectividad N: 1:1 .....	46
2.8.3.8 Conectividad 1:1:1 .....	48
2.8.3.9 Transformación de interrelaciones <i>n</i> -arias .....	49
2.8.4. Transformación de interrelaciones recursivas.....	50
2.8.5 Transformación de entidades débiles .....	53
2.8.6 Transformación de la generalización/especialización .....	53
2.8.7. Transformación de entidades asociativas .....	55
2.8.8 Resumen de la transformación del modelo ER al modelo relacional .....	56
2.8.9. Ejemplo: base de datos del personal de una entidad bancaria.....	57
2.9 OTRAS METRICAS EXISTENTES. ....	61
2.9.1 El Modelo Conceptual de Métricas .....	61
3. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	66
3.1 EXAMINACIÓN DE EXPERIENCIAS .....	66
3.2 LIMITAR EL TEMA .....	66
3.3 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	67
3.4 REVISIÓN GENERAL DE LA INFORMACIÓN .....	67
3.5 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	67

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

3.6. Levantamiento del estado del arte .....	68
<b>3.6.1 Conceptos básicos de métricas</b> .....	68
3.6.2. Métricas Propuestas para datos Modelo calidad .....	69
3.6.2. Métricas de Shanks 2003 .....	70
3.6.3. Metricas Daniel L Moddy y Shanks.....	73
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	75
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	76
5.1 CONCLUSIONES.....	76
5.2 RECOMENDACIONES .....	77
5.3TRABAJO FUTURO .....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 1. INTRODUCCIÓN

Diseñar una base de datos es un proceso complejo donde se debe conocer a profundidad aspectos técnicos y conceptuales que rigen la informática y los diferentes estándares de calidad que determinan la eficacia con que esta satisface las necesidades de los usuarios que la utilizan. A lo largo de los años se han diseñado varios modelos y métricas aplicadas a diferentes tipos de bases de datos (DB) con el objetivo de evaluar la eficiencia y calidad con que trabajan; no obstante, muchas de estas métricas aún se encuentran en desarrollo, por lo que es necesario compilar lógica y organizadamente la información que existe en la actualidad y crear una fuente de información confiable para trabajos relacionados con diseño de modelos de datos como desarrollo de software en un futuro.

En este proyecto se expondrán algunos aspectos que son notables a la hora de evaluar un esquema conceptual de bases de datos, recopilando de fuentes confiables el conjunto de las principales métricas que permiten obtener una valorización parcial de la calidad a través del modelo entidad relación que rige las DB.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 BASE DE DATOS

El termino base de datos fue empleado por primera vez en 1963, en un simposio en California, Estados unidos. Una base de datos se puede definir como un conjunto de información organizada y estructurada, en informática una base de datos comprende un sistema(s) construido por un conjunto de información en disco que permite acceso en dirección a ellos mediante programas y un conjunto de programas(software) que manipulan dicha información también podemos definir las bases de datos como una serie de datos organizados y relacionados entre sí para ser explotados y utilizados por un software para una empresa o negocio en particular. Las bases de datos están compuestas por una o más tablas, a su vez cada tabla contiene filas y columnas, las filas conformas los registros de la tabla y las columnas guardan parte de la información sobre cada elemento guardado en la tabla. (Valdés, 2007)

En la siguiente Ilustración es un ejemplo de una tabla, en cuyas columnas y filas se muestran los registros recopilados para formar una base de datos.

*Figura 1: Ejemplo de base de datos*

Documento	Nombre	Apellidos
11111	Jennifer	Depredador
22222	Angel	Lopez
33333	Jose	Sanchez
44444	Luis	Tozar
55555	Andres	Gomez

*Fuente: Elaboración Propia*

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 2.2. MODELO ENTIDAD RELACIÓN

Un modelo entidad relación es un modelo de datos basado en una percepción del mundo real que consiste en un grupo de objetos básicos llamados entidades y las relaciones entre estos objetos. El concepto original de modelo ER fue desarrollado por (CHEN, 1976), quien afirma que “El enfoque entidad-relación provee una metodología fácil de entender y comprender para el diseño de base de datos independiente de las consideraciones de almacenamiento o eficiencia. El problema que él resuelve con el modelo RE es la complejidad del diseño. Un modelo entidad relación bien desarrollado debe de cumplir con ciertos objetivos como ser completo, no redundante, flexible, consistente, comprender que datos existen y cómo es la relación entre estos. (Ecured, 2015)

## 2.3. COMPONENTES DE UNA ENTIDAD-MODELO DE RELACIÓN

### 2.3.1 Entidades

Las Entidades son el fundamento principal de un modelo entidad relación. Una entidad se define como una “cosa” la cual puede ser claramente identificada; puede ser una persona, una cosa o un concepto sobre el cual una organización quiere almacenar datos. Las entidades que comparten propiedades similares pueden ser clasificadas en tipos como por ejemplo empleados y departamento. Una entidad está descrita y se representa por sus características o atributos. Por ejemplo, la entidad Cliente puede llevar consigo las características: Código, Nombre, Dirección, Teléfono 1, Teléfono 2, Teléfono 3. (Ecured, 2015)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Figura 2: Tabla de Entidades

Producto		Cliente
#Codigo		#Codigo
*Nombre		*Nombre
*Precio		*Dirreccion
		*Telefono 1
		*Telefono 2
		*Telefono 3

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2 Atributos

Los atributos son una serie propiedades que diferencian cada entidad una de otra los atributos son propiedades mensurables, físicas o abstractas. Cada entidad tiene que tener un identificador único para distinguirlo de otras entidades del mismo tipo. Cada entidad tiene valores específicos asignados para sus atributos, de esta forma es posible su identificación inequívoca, por ejemplo, la entidad alumno tiene un grupo de atributos en común: (Id, Nombre, edad, semestre) (Ecured, 2015)

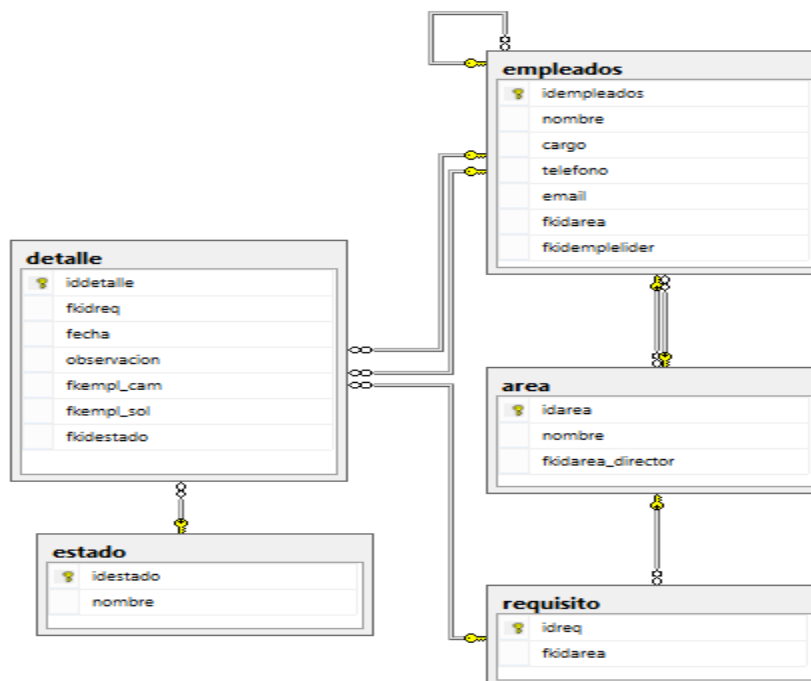
### 2.3.3 Relaciones.

Las entidades pueden tener ciertas relaciones entre sí o asociaciones, por ejemplo: gestionar es un tipo de relación entre los tipos empleado y departamento. Cada entidad interviene en una relación con una determinada cardinalidad. La cardinalidad (número de instancias o elementos de una entidad que pueden asociarse a un elemento de la otra entidad relacionada) se representa mediante una pareja de datos, en minúsculas, de la forma (cardinalidad mínima, cardinalidad máxima), asociada a cada uno de las entidades que intervienen en la relación. La relación puede ser uno a uno (1,1), como un

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

matrimonio, así lo es entre dos entidades persona, uno a muchos (1, N), como enseñar entre un profesor y muchas entidades, o sea su curso o mucho a muchos (M, N), como funciona entre muchos empleados y muchas entidades proyecto (Ecured, 2015)

Figura 3: *Relación entre Entidades*



Fuente: *Elaboración propia*

### 2.3.4 Modelado de datos haciendo hincapié en las relaciones

El modelo original de RE se propuso para proveer una vista unificada de los datos. Como lo anotaron (HULL & KING, R, 1987), se iniciaron dos direcciones opuestas en la investigación de base de datos, se iniciaron en los años 70. El modelo relacional revolucionó el campo separando representaciones de datos lógicos de la implementación física. Se introdujeron modelos semánticos primordialmente como herramientas de diseño esquemático. El énfasis de los modelos semánticos iniciales fue para modelar con

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

precisión las relaciones de datos que se presentan con frecuencia en aplicaciones de base de datos típicos. En consecuencia, los modelos semánticos son más complejos que el modelo relacional y fomenta una visión más navegable de relaciones de datos. El modelo RE fue el primer modelo semántico centrado alrededor de las relaciones más que en los atributos. Ve el mundo como un conjunto de entidades y relaciones entre entidades. La filosofía subyacente es que un atributo se limita a ser un simple hecho a cerca de una entidad, mientras que una relación puede modelar la construcción de entidades más complejas a partir de otras entidades. En años recientes, modelado de datos orientados a objetos se ha convertido muy popular, pero el enfoque de modelado RE todavía es muy popular y ha encontrado muchas nuevas aplicaciones. La continuación de la conferencia internacional sobre modelado RE como también muchos libros y artículos dedicados al modelado RE en los últimos años dan testimonio de la importancia del enfoque RE. Un examen de la evolución del enfoque del modelo RE por lo tanto es importante entender por qué este modelo es tan popular. En este trabajo examinamos y comparamos varias extensiones de modelos RE, señalando como extensiones sintácticas se han hecho para mejorar el poder y la representación y modelado de los modelos RE originales.

Figura 4: Diagrama Entidad relación ESTUDIANTE-TOMA-CURSO

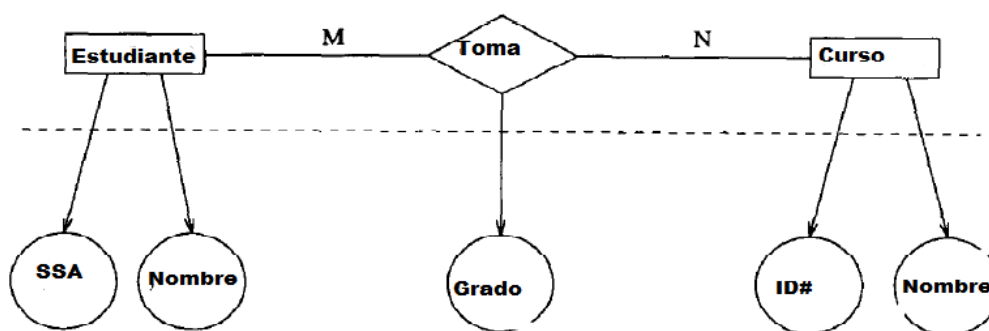


Figura 4 Diagrama Entidad Relación ESTUDIANTE-TOMA-CURSO

Fuente: *An evaluation of intended entity-relationship model.* (HULL & KING, R, 1987)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 2.4.2 Organización

El poder de modelado del enfoque RE depende en gran medida de diagramas RE. Es por esto que en este trabajo. Las discusiones sobre la evolución del modelado RE se centrarán ampliamente alrededor de la evolución de diagramas RE. Una buena comprensión de la semántica involucrada en el modelado RE no se puede llevar a cabo sin un estudio cuidadoso de la representación semántica en diagramas RE. Subyacente a un cambio semántico simple puede ser una importante mejora semántica, un cambio de significado, o algunos otros cambios cruciales para el modelado de datos. Un buen ejemplo es el significado de la relación *ternaria*. Sintácticamente, una relación ternaria es muy similar a las relaciones binarias, sin embargo, hasta hace muy poco un análisis detallado de las combinaciones de la cardinalidad binaria/ternaria no estaba disponible. Aparentemente diferencias sintácticas menores pueden estar a la punta de grandes icebergs semánticos; no deben pasarse por alto. Siempre apropiado, usaremos el esquema universitario (o sus variaciones) como un ejemplo para comparar extensiones diferentes. Sin embargo, a veces tenemos que usar ejemplos diferentes para una mejor ilustración.

## 2.4 EXPANSIONES DEL MODELO ENTIDAD RELACIÓN ORIGINAL

### 2.4.1 Objetos y clases

(BETINI, CERI, S, & NAVATHE,S, 1992) Habla de tipos de entidad y tipos de relación como clases de objetos. Según ellos, un tipo de entidad representa una clase de objetos de mundo real donde un tipo de relación representa la agregación de dos o más tipos de entidad. Ellos introducen el término “anillos” para describir “relaciones binarias conectando una entidad así misma”, las cuales son llamadas relaciones recursivas por algunos autores.

(Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986). Se refieren como “las tres clases de objetos: entidades, atributos y relaciones” de (CHEN, 1976). Ellos explican, “Conjuntos de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

entidades donde los principales objetos de la información que debía ser recogido y por lo general denota una persona, lugar, cosa o evento de interés internacional. Los atributos fueron usados para detallar las entidades dándoles propiedades descriptivas tales como nombre, color y peso.” En referencia al “modelo básico RE”, (MARKOWITZ & SHOSHANI, Representing extended entity-relationship structure in relational databases, 1992)] dice, “los objetos atómicos son llamados entidades. Asociación de entidades son representados por relaciones.” Ellos agregan “Los objetos son calificados por atributos y son clasificados a conjuntos objeto.” Ayuda a comprender el modelo básico en términos de objetos y clases y su terminología se usarían para explicar conceptos avanzados.

#### 2.4.2 Restricciones de relación

En el modelo original de (CHEN, 1976), la conectividad de una relación especifica el mapeo de las ocurrencias de entidades asociadas. Los valores de conectividad son bien “uno” o “muchos”. (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) Define cardinalidad como el número actual con el término “muchos”. (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) Define cardinalidad como el número actual asociado con el término “muchos”. Como Chen, usan una notación 1:1. 1: N, M: N. (BETINI, CERI, S, & NAVATHE,S, 1992)] usa una notación más específica que muestra la cardinalidad mínima, llamada “min-card” y la cardinalidad máxima, llamada “max-card”. Esto se expresa en el diagrama como (min-card, max-card). Por ejemplo, (1,5) significa que una entidad tiene que participar en un mínimo de 1 y una instancia de relación máxima de 5 en todo momento. El mínimo de 1 también implica que la participación en una relación es mandataria. Otro ejemplo es (0,10) donde 0 significa que la entidad no requiere participar en una relación. Un valor  $n$  para max-card significa “sin límite.” Esta convención también es usada por (NAVATHE, ELMASRI, & LARSON, 1986) (CZEJDO, ELMASRI, R, RUSINKIEWICZ, D, & EMBLEY,D, 1990) usan una anotación similar, excepto un asterisco se usa en vez de  $n$  para representar sin límite en el número máximo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.4.3 Atributos compuestos

Como es señalado por (HULL & KING, R, 1987), la manera de representar un atributo compuesto en el modelo original es para usar un tipo de entidad y un tipo de relación. Su ejemplo es EJEMPLO, el cuales un tipo de entidad de atributos CALLE, CIUDAD y ZIP. DIRECCIÓN es asociado con otro tipo de entidad, PERSONA, por un tipo de relación VIVE-EN. (BETINI, CERI, S, & NAVATHE,S, 1992). Agrega un atributo compuesto a su modelo. También usan DIRECCIÓN como un ejemplo para mostrar en su diagrama como un atributo compuesto en un ovalo. Cada atributo (CALLE, CIUDAD, etc.) se muestra con un pequeño círculo junto con el nombre, conectado por una línea corta al ovalo. El mismo ovalo está conectado por una línea al tipo de entidad PERSONA y (min-card, max-card) mostrado en el atributo compuesto en vez de cada atributo simple. (NAVATHE, ELMASRI, & LARSON, 1986). También le permite a un atributo compuesto en su modelo básico, mostrando un nivel de atributos, cada uno representado por un ovalo con el nombre adentro.

### 2.4.4 Identificadores

Aunque (CHEN, 1976) discutió los identificadores, no los incluyó en su diagrama RE. Luego los autores generalmente los agregan, usualmente subrayando el nombre o nombres de los atributos si los atributos son incluidos en el diagrama.

(BETINI, CERI, S, & NAVATHE,S, 1992), adoptan un enfoque ligeramente diferente en que alguno o ambos atributos y otros tipos de entidades pueden ser identificadores. Ellos definen un identificador para el tipo de entidad como un conjunto  $E$ :

$$1 = \{A_1, \dots, A_n, \dots, E_m\},$$

Donde  $n \geq 0, m \geq 0, n + m \geq 1$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Donde  $A_1, \dots, A_n$  son atributos y  $E_1, \dots, E_m$  son tipos de entidad distintos de  $E$ . Un identificador se clasifica como simple si  $n + m = 1$  o es compuesto si  $n + m > 1$ . Un identificador es interno si  $m > 0$ , o es externo si  $n = 0$ . Un identificador es mixto si  $n > 0$  y  $m > 0$ . Ellos observan que tipos de entidad teniendo identificadores internos son algunas veces llamados tipos de entidad “fuertes” y aquellos que solo tienen identificadores externos son a veces llamados tipos de entidad “débiles”. En su diagrama usan un pequeño círculo abierto para la mayoría de los atributos. Si un atributo es simple e interno, el círculo es en negrilla. Un identificador compuesto interno se muestra conectando un círculo adicional en negrilla a las líneas de los atributos que forman el identificador. Los identificadores mixtos también tienen líneas que se extienden a la línea conectora del tipo de entidad externa. Debido a esta doble línea débil rectángulo tipo usado por (CHEN, 1976) está ausente. (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986), ven los atributos como si fueran de dos tipos, “identificadores” y “descriptores.” Identificadores distinguen singularmente entre las ocurrencias de un tipo de entidad, mientras que los descriptores describen una ocurrencia entidad.

#### 2.4.5 Diagramas para modelos básicos

Todos los autores revisaron en este trabajo el uso del rectángulo para representar una entidad tipo y un diamante para representar un tipo de relación en sus diagramas RE. Algunos, pero no todos, incluyen atributos en el diagrama, y aquellos que lo hacen usan bien sea un ovalo con el nombre adentro (identificadores subrayados), o un pequeño círculo con el nombre a un lado (identificadores tienen un circulo repintado) o una línea inclinada con el nombre a un lado (no muestra indicador). La cardinalidad puede ser la notación indicada por (CHEN, 1976) 1: 1, 1: N, M: N o la notación (min-card, max-card) (NAVATHE, ELMASRI, & LARSON, 1986) usan una doble línea conectora de tipo de entidad y un tipo de relación para mostrar una participación total (obligatoria). (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) ennegrecer la mitad del diamante del tipo de relación que va hacia un tipo de entidad cuyas varias conectividades (hacia que no permanece ennegrecida), y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

se pone un pequeño círculo sobre la línea cerca del diamante si la membrecía es opcional (obligatorio es una línea sin círculo).

(WERTZ, Relational databases desing, 1993) Discute otros estilos de diagramación. Uno de estos, atribuido a Clive Finkelstein, salta el diamante y pone el símbolo de pata de gallo en la línea que une a los muchos lados de un tipo de relación, y también usa una barra vertical (a través de la línea conectora) para indicar la participación mandataria y un círculo para una participación opcional. Otro enfoque, atribuido a Charles Bachman también se salta el diamante y utiliza una flecha en los muchos lados del tipo de relación. El usa un pequeño círculo en la unión de un rectángulo de entidad tipo y la línea conectora para indicar la participación opcional y un círculo en negrilla para los obligatorios. En relación con el modelo de (CHEN, 1976), (WERTZ, Relational databases desing, 1993) también dice: “las variantes menores usan una flecha simple para indicar el un lado de la relación y una flecha doble para indicar los muchos lados, usa un punto para indicar los muchos lados de una relación y el uso de una doble caja para indicar una entidad débil.”

## 2.5. MODELOS RE EXTENDIDOS

Un número extendido de modelos **RE** (REE) han aparecido en la literatura reciente. En general, su contribución es agregar la abstracción generalizada del modelo generalizado de (CHEN, 1976) y sus variaciones subsiguientes.

### 2.5.1 El modelo REE por Teory, Yang y Fry

(Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) Dicen que “La introducción de la categoría de la abstracción en el modelo Re dio lugar a dos tipos adicionales de objetos: jerarquías de subconjuntos y jerarquías de generalización.” Ellos describen la jerarquía del subconjunto como subconjuntos específicos que posiblemente se superponen y la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

jerarquía de generalización específica de conjuntos estrictamente no sobrepuestos. Un tipo de entidad  $E_1$  es un subconjunto de otro tipo de entidad  $E_2$  si todas las ocurrencias de  $E_1$  es también una ocurrencia de  $E_2$ . En una jerarquía de generalización, donde una entidad tipo  $E$  es una generalización de tipos de entidad  $E_1, E_2, \dots E_n$ , toda ocurrencia de tipos de entidad  $E$  es también una ocurrencia de uno y solo una de tipos de entidad  $E_1, E_2, \dots E_n$ . Por ejemplo, en un diagrama REE de la Figura 5 FACULTAD y ESTUDIANTE (asumiendo que una persona puede ser miembro de la facultad como también un estudiante), mientras que CURSO es una generalización de CREDITO-CURSO y NO-CREDITO-CURSO. Una jerarquía de generalización es llamada un “ES-A” jerarquía exclusiva. Cada subconjunto de tipos de entidad se muestra en el diagrama REE con una flecha gorda a doble línea apuntando al tipo de entidad de cada subconjunto a un hexágono que contiene un nombre caracterizando todos los subconjuntos (CURSO TIPO en el ejemplo señalado), y otra flecha gorda del hexágono a la generalización de tipos de entidad. En los pasos usados en su modelo, (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) Instruye al usuario a poner un identificador y descripciones de tipos de entidad genéricas y a poner descripciones específicas en el subconjunto de tipos de entidad. Así en nuestro ejemplo del diagrama REE, SNN y NOMBRE se muestran como atributos de PERSONA, mientras que FACULTAD y ESTUDIANTE tienen sus propios y únicos atributos además del identificador SSN.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Tabla 5: Diagrama REE para una base de datos de una universidad

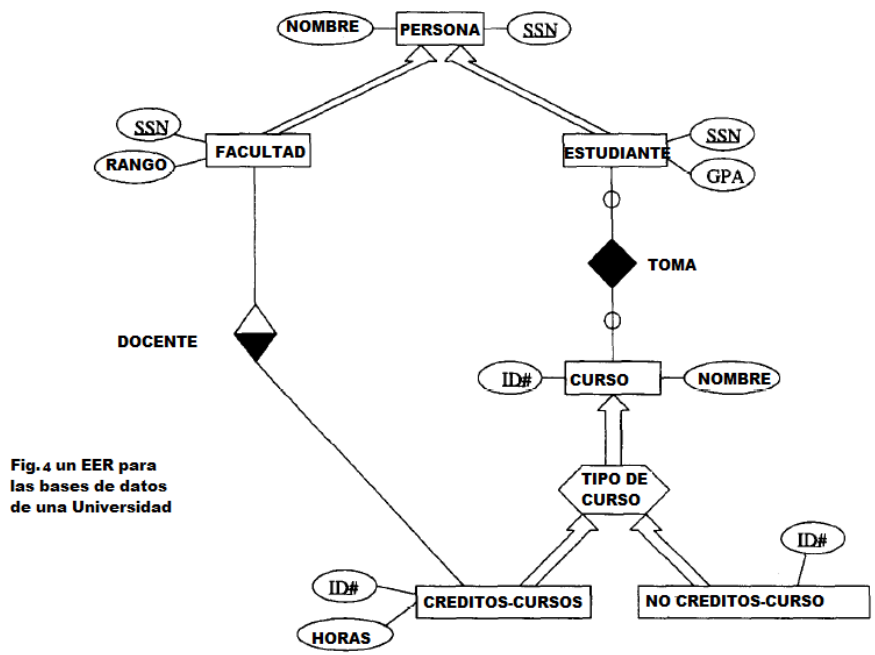


Fig.4 un EER para las bases de datos de una Universidad

Fuente: An evaluation of intended entity-relationship model. n (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

### 2.5.2 El modelo REE por Markowitz y Shoshani

(MARKOWITZ & SHOSHANI, Representing extended entity-relationship structure in relational databases, 1992) Ofrecen un modelo extendido RE el cual es similar al de (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) pero tiene más características y definiciones. Ellos describen generalización como “un mecanismo de abstracción que permite un conjunto de conjuntos de entidades (e.g. SECRETARIO, FACULTAD) como un conjunto único genérico de entidad (e.g. EMPLEADO).” Nótese que los autores usan los términos “conjunto-entidad” y “conjunto-relación” para denotar respectivamente tipos de entidad y tipos de relación. Con el fin de aclarar, nosotros usaremos los términos “tipo de entidad” y “tipo de relación”. (MARKOWITZ & SHOSHANI, Representing extended entity-relationship structure in relational databases, 1992) Expresan que generalización es una relación

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

transitiva, así que si una entidad tipo  $E_1$  es una generalización directa del tipo de entidad  $E_2$  y  $E_2$  es una generalización directa del tipo de entidad  $E_3$ , entonces  $E_1$  es una generalización de  $E_3$ . Especialización es el inverso de generalización. Un tipo de entidad de especialización hereda los atributos de todos los tipos de entidad directos y transitivos, incluyendo el identificador del tipo de entidad. Tales atributos son llamados atributos heredados. Tipos de entidad que no son débiles no son una especialización de otros tipos de entidad, son llamados tipos de entidad “independientes”. En el ejemplo del diagrama REE (fig. 6), PERSONA es una generalización de FACULTAD y ESTUDIANTE, mientras ESTUDIANTE es una generalización de ESTUDIANTE GRADUADO.

Tabla 6: Modelo REE

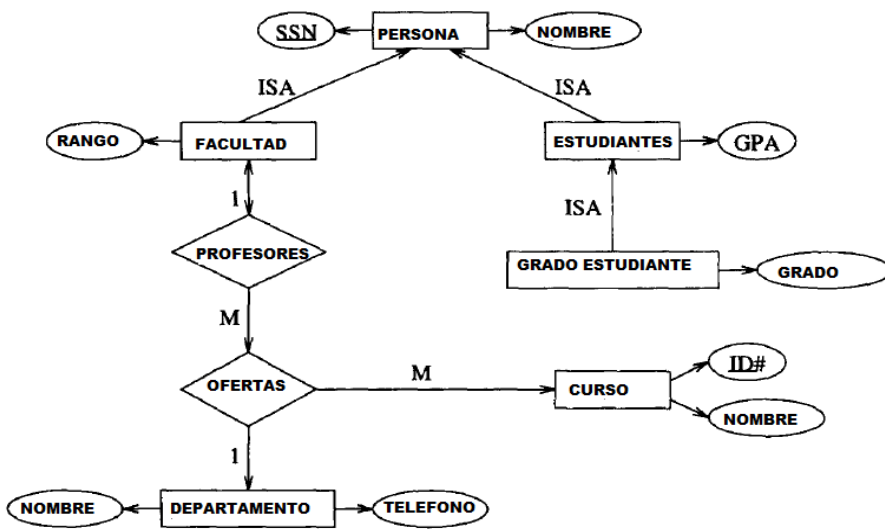


Figura 5 UN simple Diagrama EER

Fuente: An evaluation of intended entity-relationship model. (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

Así PERSONA es una generalización transitiva de ESTUDIANTE GRADUADO. ESTUDIANTE GRADUADO hereda todos los atributos de ESTUDIANTE y PERSONA, además de tener su propio y único atributo GRADUADO. (MARKOWITZ & SHOSHANI,

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Representing extended entity-relationship structure in relational databases, 1992) También permiten agregación “completa” para que los tipos de relación puedan asociar ambos tipos de relación y tipos de entidad en vez de solamente tipos de entidad. Por ejemplo, en el diagrama REE de la Figura 6, la agregación completa permite la asociación entre el tipo de relación ENSEÑA y el tipo de relación OFRECE. (MARKOWITZ & SHOSHANI, Representing extended entity-relationship structure in relational databases, 1992) Definen su diagrama como un gráfico directo. Las flechas muestran y representan la interacción de elementos y la dependencia de existencia. El gráfico tiene que ser acíclico ya que ciclos dirigidos implican tipos de entidad redundantes.

### 2.5.3 El modelo ECER

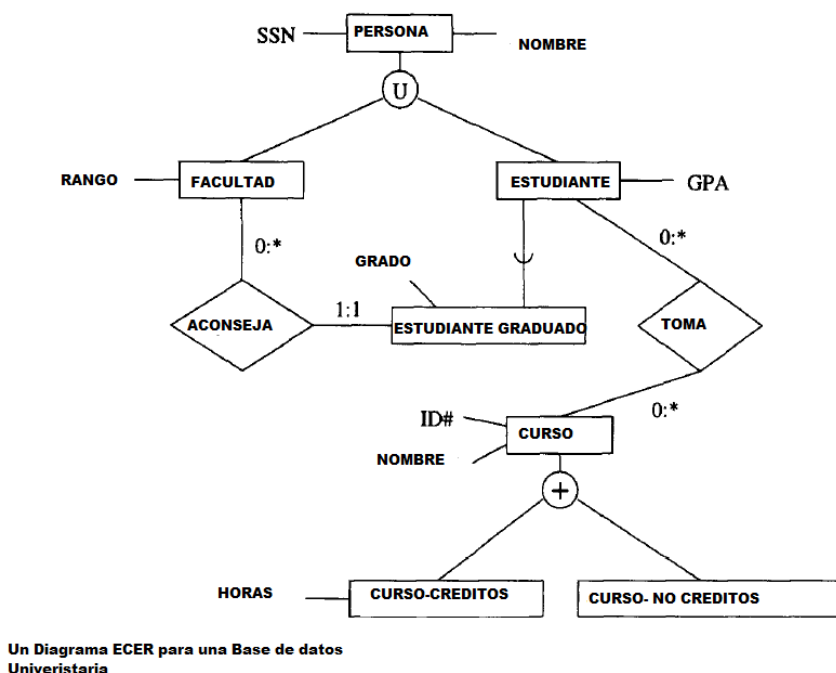
El modelo conceptual extendido ECER de entidad-relación desarrollado por (CZEJDO, ELMASRI, R, RUSINKIEWICZ, D, & EMBLEY, D, 1990) usa interfaces gráficas para formular consultas y actualizaciones. Este concepto retiene las ventajas del diagrama RE normalmente usados solamente para el diseño de base de datos y los aplica a usuarios de interface “punto y clic”. Una serie de operadores para las actualizaciones, recuperaciones, cálculos, etc., están incluidos.

(CZEJDO, ELMASRI, R, RUSINKIEWICZ, D, & EMBLEY, D, 1990) Define tres tipos de generalización/especificación. El tipo 1 implica exactamente dos tipos de entidades, siendo uno un subconjunto del otro. Nótese que, en el texto original, los autores usan el término “conjunto entidad” para denotar un tipo de entidad. Por el bien de la claridad, nos quedaremos con “tipo de entidad”. Un tipo 1 de generalización/especificación se muestra en el diagrama con un subconjunto de símbolos sobre la línea que conecta los tipos de entidad. En el ejemplo del diagrama ECER de la figura 8, ESTUDIANTE-GRADUADO es como tal una especialización de ESTUDIANTE. El tipo 2 implica una sola generalización tipo de entidad A y cualquier número de especialización de tipos de entidad  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , donde  $A = B_1 \cup B_n$ . Esto se representa en el diagrama conectando cada tipo de entidad a un pequeño círculo con una “U” adentro. Por ejemplo, en la Figura 8, PERSONA es la unión

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

de FACULTAD y ESTUDIANTE, por tanto, todas las personas son miembros de la facultad, un estudiante o ambos. El tipo 3 es como el tipo 2 excepto en los tipos de especialización son disjuntos. Están conectados en el diagrama a un círculo con un símbolo más (+). Considere el ejemplo de CREDITO-CURSO y NO-CREDITO-CURSO siendo una especialización de CURSO.

Figura 7: Diagrama ECER



Fuente: An evaluation of intended entity-relationship model (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

#### 2.5.4 El modelo REE por Hohenstein y Gogolla.

El modelo de (Hohenstein & Gogolla, 1988) se define en relación con proponer un cálculo para el modelo. Su modelo está basado en el de (CHEN, 1976) y es similar con el de (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986) en que incluye generalizaciones. (Hohenstein & Gogolla, 1988) Presentan generalización y especialización como una “construcción tipo” con tipos

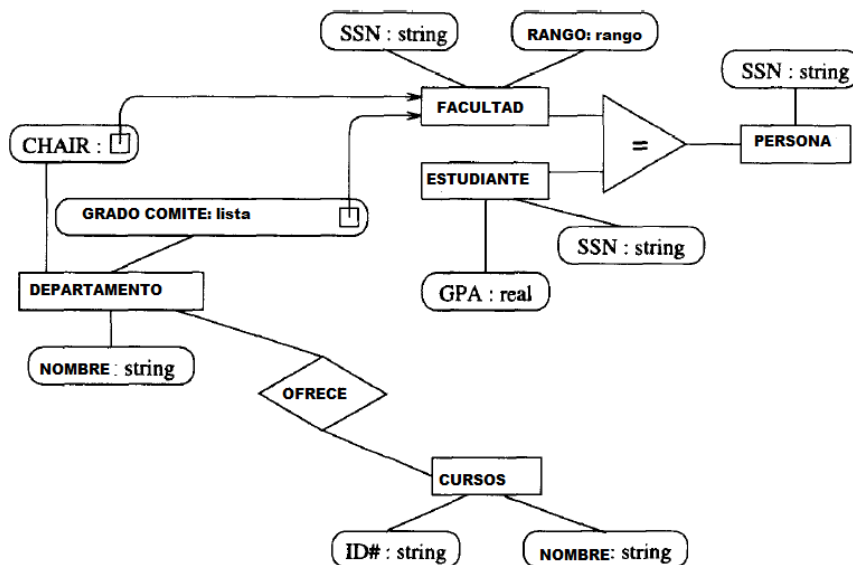
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

de entrada y tipos de salida. Los “ya definidos o tipos básicos” se usan en la construcción de tipos de salida, significando que “todas las entidades de tipos de entrada se ponen juntas y son distribuidas sobre los tipos de salida”. Esto se muestra en el diagrama mediante la conexión de todos los tipos de entrada a la base de un triángulo, y conectando el vértice del triángulo a los tipos de salida. Cualquiera que sea un subconjunto de símbolos o un símbolo de igualdad está el interior del triángulo. Por ejemplo, en el ejemplo del diagrama REE de la Fig. 7 FACULTAD y ESTUDIANTE son los tipos de entrada utilizados en la construcción del tipo de salida PERSONA.

El modelo también permite atributos para tener valores complejos y tipos de datos enumerados. Los usuarios pueden definir operaciones a manipular de datos ítems complejos. En el diagrama, un tipo de datos del atributo está indicando junto con el atributo de nombre. Los atributos pueden ser multivalorados y el conjunto de valores para un atributo multivalorados se pueden clasificar en tres diferentes categorías, a saber "conjuntos", "bolsas" y "listas". Los elementos de un conjunto ocurren sólo una vez, los elementos en una bolsa pueden ocurrir más de una vez, mientras que elementos en una lista se almacenan en una forma enumerada. Además de la generalización y la especialización, este modelo también incluye el concepto de "estructuras complejas" tipos de entidad". Una entidad de un complejo estructurado tipo de entidad está compuesto de otras entidades, llamado sus "componentes". En nuestro ejemplo diagrama, DEPARTAMENTO es un tipo complejo de entidad estructurada, ya que incluye dos componentes, a saber, la SILLA y COMITÉ-GRADUADO (una lista). Ambos de estos componentes son de otro tipo de entidad FACULTAD (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Figura 8: Bases de datos Universitaria



Un Diagrama EER para Una base de Datos Univeristaria

Fuente: An evaluation of intended entity-relationship model (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

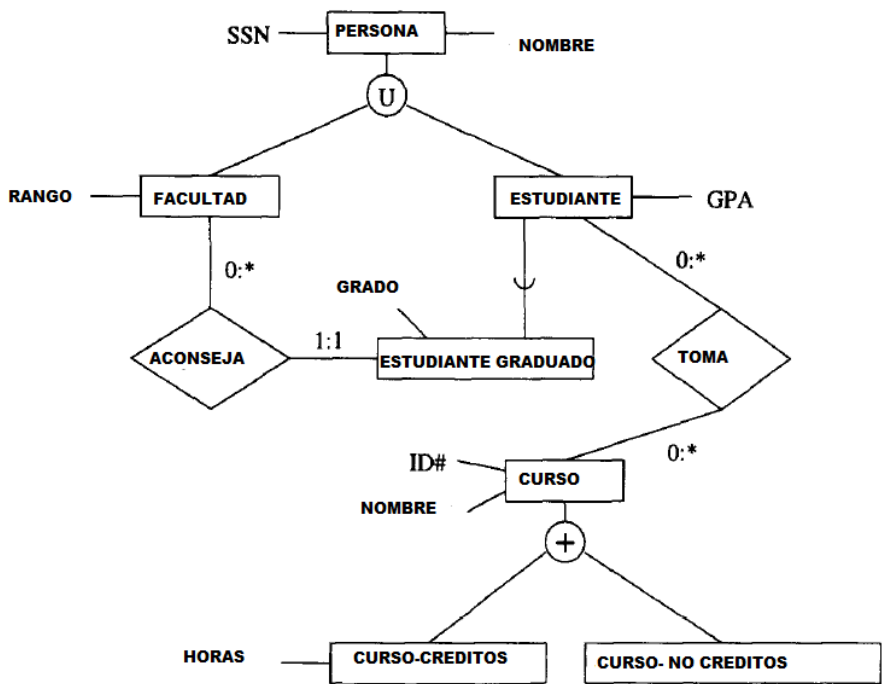
### 2.5.5 El modelo ECR

Proponen una relación entidad-categoría modelo (ECR) que utilizan para ver la integración. Una categoría es "un subconjunto de entidades de una entidad tipo". Un conjunto de entidades se llama una clase de objeto, si el conjunto es un tipo de entidad o de una categoría. Las categorías por lo general comparten más atributos, pero algunos no se comparten. Por ejemplo, FACULTAD y ESTUDIANTE son categorías de tipo de entidad PERSONA. Ambos comparten el SSN y los atributos NOMBRE, todavía tienen sus propios atributos únicos RANGO y GPA respectivamente. El modelo ECR utiliza notaciones de diagramas similares a (CZEJDO, ELMASRI, R, RUSINKIEWICZ, D, & EMBLEY, D, 1990)(ver Fig. 8). Las categorías se muestran en el diagrama como hexágonos, conectado

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

al tipo de entidad con un subconjunto de símbolos dibujado en la línea. Atributos compartidos están conectados a los atributos categoría de tipo de entidad y no compartidas están conectados al hexágono. Las categorías son el foco de vista de integración. Las categorías se definen para cada dato fuente para la integración y esas categorías se comparan durante el proceso.

Tabla 9: Diagrama ECER



Un Diagrama ECER para una Base de datos Univeristaria

Fuente: An evaluation of intended entity-relationship model (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.5.6 El modelo OOER

(Navathe & Pillalamarri, 1988) Utilizan un enfoque objeto-orientado para su modelo de datos. Dado que los modelos semánticos logran sus objetivos mediante el uso de la abstracción, los cuales definen como un "modelado semánticamente irreductible primitivo que nos permite modelar un tipo fundamental de la relación de los datos de una manera que oculta los detalles y diferencias, y se concentran en las propiedades comunes de un conjunto de objetos", que presentar su modelo en términos de cinco abstracciones de uso común. Estos son la agregación (ES-PARTE-DE) la generalización (ES-UN), clasificación (ES-UNA-CLASE-DE), asociación (ESTA-ASOCIADO-CON), y la identificación (ESTA-IDENTIFICADO-POR).

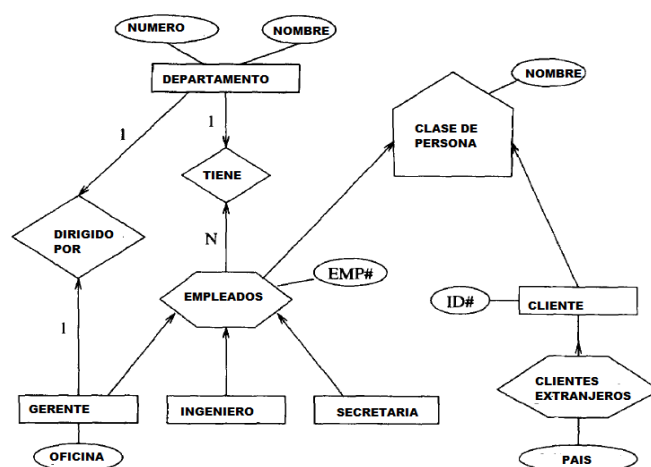
(Navathe & Pillalamarri, 1988) Examinaron el modelo básico RE debido a su gran popularidad, pero lo encontraron deficiente por su incapacidad para modelar explícitamente generalización y clasificación, y por su capacidad limitada para describir la interacción entre construcciones. Esto llevó a los modelos orientados-modelo relación-entidad (OOER) modelo que conserva muchas características del modelo de (CHEN, 1976), pero amplía sus capacidades.

La abstracción de agregación implica la entidad (también referido como un objeto), que (Navathe & Pillalamarri, 1988) definen como algo que existe en el mundo real y tiene atributos para describirlo. Los valores de atributo de un tipo similar se agrupan en clases de atributos o dominios. Entidades que tienen atributos similares se clasifican en clases de entidad o tipos de entidad, y una entidad puede ser definida como ya sea una agregación de atributos o una agregación de otras entidades (que distingue el modelo OOER a partir del modelo ER). Muchas de las operaciones, incluyendo la actualización, relacionales (seleccionar, juntar, y proyectar), la comparación, la agregación y la aritmética pueden ser definidos para las clases de entidad.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Con la abstracción de generalización, dos o más clases de objetos pueden ser generalizados para formar un objeto de nivel de clase superior. La especialización es la noción inversa mediante la cual nuevas clases de objetos pueden ser definidos para ser subclases de uno o más clases de objetos. Por ejemplo, en el diagrama OOER de la Fig. 9, EMPLEADO, es una generalización de GERENTE, INGENIERO y SECRETARIO, mientras EXTRANJERO-CLIENTE es una especialización del CLIENTE. El constructor utilizado es la clase de objeto de tipo superclase o subclase, que son términos relativos ya que la misma clase de objeto puede ser dependiendo en función de si está formado por generalización o especialización. En el caso de herencia múltiple, el usuario debe especificar la precedencia. Clase de objeto Generalización las relaciones se pueden definir aún más con *Conjunto Exclusión*, *Exclusión Intersección de Conjunto* o *Conjunto de Limitaciones de Igualdad*. Respectivamente, estos indican no hay casos comunes, algunos casos comunes, o una relación 1: 1 entre los objetos que participan en una generalización. Todas las operaciones que se han definido para las clases de entidad son también aplicables a las subclases y superclases.

Tabla 10: Diagrama OOER para una compañía de bases de datos



Un Diagrama OOER para una Base de Datos de una Empresa

Fuente: *An evaluation of intended entity-relationship model* (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

La abstracción de clasificación está basada en la noción de un conjunto. Este concepto obliga la distinción entre instancias individuales y una clase de esas instancias. Si ciertas propiedades aplican a un conjunto completo. La agrupación de instancias puede formar una clase de entidad, una clase de relación, o una clase de una superclase/subclases. Adicionalmente, una metaclass es una agrupación en la que todos los objetos son en sí mismas clases, en otras palabras, un conjunto de conjuntos de instancias. Como lo indica la Fig. 9, Los casos de metaclass PERSONA son clases de entidad CLIENTE y objeto de la generalización de la clase EMPLEADO. **Operaciones agregadas**, como contar, sumar, etc., se pueden definir para la clase de atributos.

La abstracción asociada en el modelo OOER, representa la interacción entre las clases de objetos como una clase de objeto de nivel superior. Exhibe una dependencia existente de los objetos que participan en la asociación.

La identificación es la abstracción utilizado únicamente para identificar las estructuras de objetos que han sido formados. Cada clase de entidad tiene por lo menos un atributo que es declarado como su identificador (clave primaria) y se usa para acceder un objetivo. La instancia de una generalización de una clase de objeto puede ser identificado por las instancias correspondientes en la definición de clase(s) o por cualquier atributo clave de la clase de generalización misma.

(Navathe & Pillalamarri, 1988) Evalúan su modelo OOER en términos de su nivel de orientación a objetos. Concluyen que tiene estructural y operativo, pero no conductual la orientación a objetos. La orientación a objetos estructural se refiere a lo que permite la definición de estructuras de datos para representar objetos complejos. La orientación a objetos operacionales está permitiendo la definición de los operadores genéricos para hacer frente a complejos objetos en su totalidad, en lugar de descomposición en operaciones primitivas en objetos más simples. El modelo OOER se define de tal manera que la estructura y las operaciones se encapsulan juntos en cada clase de objeto. Sin

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

embargo, los detalles sintácticos para especificar los tipos de datos abstractos, la encapsulación de datos, paso de mensajes y la sobrecarga de operadores aún no han formulado, por lo que la orientación a objetos conductista no está en lugar. El modelo OOER utiliza notaciones convencionales de diagramas RE para denotar clases de entidad, atributos y clases de entidad, con la adición de las flechas de la entidad relacionada clases apuntando al diamante clase de relación. Ambas generalizaciones y especializaciones están representados en el diagrama por un polígono de seis lados. Se muestra la diferencia por la dirección de la flecha de conexión, que es hacia el polígono para la generalización y lejos del polígono para la especialización. Una clase se muestra en el modelo OOER como un poligonal de cinco lados. Los objetos que forman la clase están conectados por una flecha apuntando hacia el polígono, mientras objetos que son atributos de la clase están conectados sin flechas (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986).

### **2.5.7 El modelo BIER**

En un enfoque de comportamiento integrado de una entidad-relación (BIER) que, para el diseño de las bases de datos orientadas a objetos, Kappel y Schrefl establece un modelo estático y un comportamiento modelo. El modelo estático representa las propiedades estructurales de objetos del mundo real y el modelo de comportamiento explica eventos del mundo real en términos de comportamiento del objeto. Si bien el modelo de comportamiento se basa en un gráfico de red de Petri, el modelo estático utiliza un enfoque extendido de diagrama ER. En el modelo estático, las estructuras en el mundo real se representan como tipos de objeto (similar a tipos de entidades en el modelo ER). El valor de un atributo podría ser de un tipo de datos o de un tipo objeto. Este concepto se utiliza para representar relaciones entre objetos. Generalización y herencia también están incluidos (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986).

El modelo define los conceptos de objetos "primitivo" y "complejos". Los objetos simples son autónomos como no se definen sobre otros objetos, mientras objetos

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

complejos se definen a uno o más objetos de nivel inferior. Los objetos complejos pueden clasificarse en "grupo" objetos y objetos "agregados". Un grupo objeto se define sobre los objetos de nivel inferior de la misma clase, llamando a sus "miembros"; esta abstracción se conoce como agrupación. un objeto agregado se define en objetos de nivel inferior de diferentes clases, llamados sus "componentes", con esta abstracción siendo conocida como la agregación. Agregación y agrupación emplea el concepto relación. Los objetos de nivel inferior son llamados "independientes" si participan sólo en una relación que está representado por el objeto de nivel superior. Ellos deben existir antes de que de crear el objeto de nivel superior, y siguen existiendo si se elimina el objeto de nivel superior. Objetos "dependientes" son privados de un objeto de alto nivel y son creados y eliminados junto con ese objeto. En nuestro diagrama de ejemplo (Fig. 12), DEPARTAMENTO es un agregado Tipo de objeto con dependientes tipos de componentes EMPLEADO y el PROYECTO. Esta agregación puede ser usado para representar Las obras para el tipo-relación entre DEPARTAMENTO y el EMPLEADO, y el tipo de relación CONTROLES entre los departamentos y PROYECTOS. Un empleado atributo OBRAS-EN del objeto puede tener un valor de objeto Tipo de PROYECTO. EMPLEADO en sí mismo un tipo de grupo objeto con el tipo de miembro dependiente, NIÑOS.

Figura 11 Modelo estático BIER de Bases de datos

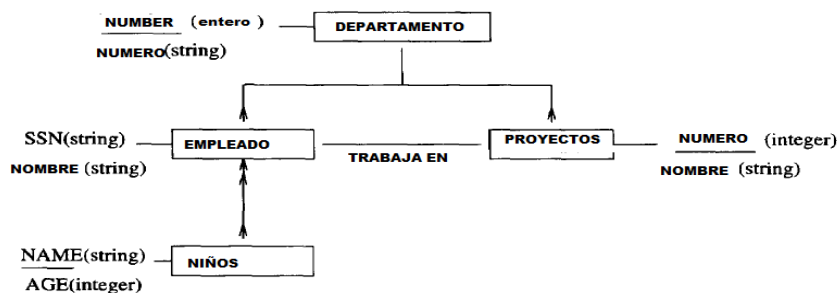


Fig. 8 un modelo BIER estatico para una Base de Datos de una Empresa.

Fuente An evaluation of extended entity-relationship model (Teorey T. , 1999)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.5.8 Diagramas Schema orientados a objetos

Por último, vamos a echar un vistazo a algunas cuestiones relacionadas *más allá* del modelado RE. En particular, ofrecemos un breve esbozo del esquema de diagramas orientados a objetos como se utiliza en ODMG-93 [20].

Las representaciones gráficas se han utilizado en modelos de datos orientados a objetos para representar el esquema de base de datos. Nosotros nos referiremos a ellos como los *diagramas de esquema orientado a objetos*.

Aquí examinamos la representación gráfica utilizada en *Base de Datos de Objetos Estándar* ODMG-93, que reduce la brecha entre el modelado RE y el modelado orientado a objetos. ODMG-93 ha adoptado notaciones básicas de diagramas RE con extensiones importantes. La representación gráfica utiliza las siguientes anotaciones:

1. Los tipos de objetos se muestran como rectángulos;
2. Los tipos de relaciones se muestran como líneas marcadas;
3. la cardinalidad permitida por el tipo de relación se indica por las flechas en los extremos de las líneas:

↔ uno-a-uno

↔>uno-a-muchos

<↔> muchos-a-muchos

1. Las flechas grises grandes apuntan a súper tipo del subtipo.

En esta representación gráfica, se representan los objetos tipo en la misma y exacta manera que los tipos de entidad en los modelos RE. Esta es una clara indicación de que los tipos de objetos se extienden desde tipos de entidad. Tipos de relación han hecho cambios significativos. La representación tradicional del diamante en diagramas RE se sustituye por las líneas marcadas. Las etiquetas son los nombres de los tipos de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

relaciones; sin embargo, las relaciones en ODMG-93 tienen direcciones. Una relación en diagramas RE es ahora reemplazada por un *par* de relaciones (llamado relaciones inversas) con direcciones opuestas. Por ejemplo, la conexión entre dos tipos de objetos *curso* y el *estudiante* puede ser representada por la relación *tomar* de *estudiante* a tomar *curso* y su relación inversa *tomadas por curso para los estudiantes*. Un ODL (Object Definition Language) definición de la interfaz, por supuesto, debe incluir el seguimiento:

Curso interfaz { . . .

Conjunto de relaciones <Estudiante> es\_

Tomada por inversa Estudiante: toma;

. . . }

La representación mejorada de las relaciones en ODMG-93 diagramas, junto con la inclusión explícita de cardinalidad como se mencionó anteriormente (por ejemplo, de uno a muchos o muchos a muchos), ha traído el enriquecimiento semántico significativo. La falta de direcciones en los tipos de relaciones en los diagramas RE originales han sido siempre una fuente potencial de confusión en semántica; el problema ahora está resuelto. Más importante, la inclusión explícita de las direcciones puede facilitar la construcción de rutas de navegación en responder a las preguntas. La construcción de rutas de navegación es crucial para bases de datos orientada a objetos (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986). Una consulta de ejemplo en la sintaxis SQL-como es:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Figura 12: Diagrama Schema Orientada a objetos

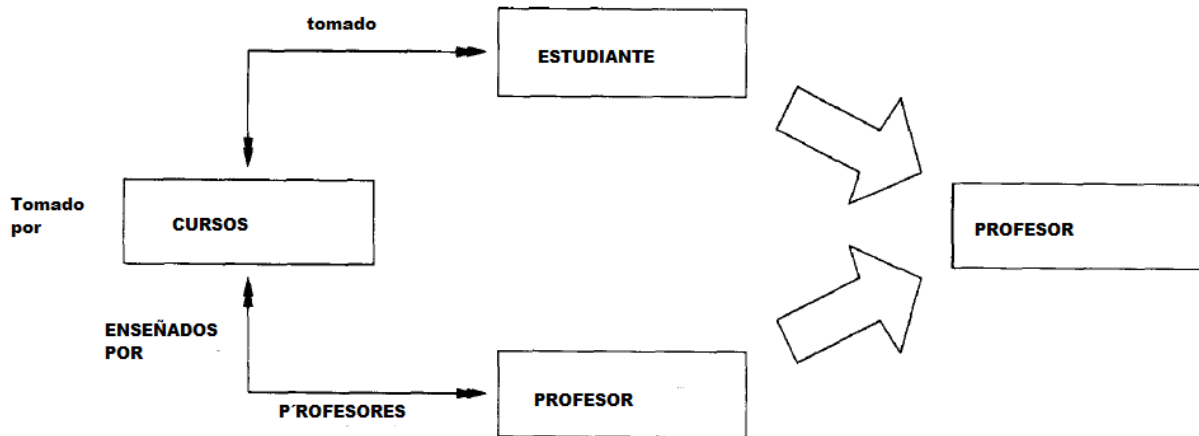


Fig.11 Un diagrama Shema Orientada a Objetos

Fuente: An evaluation of intended entity-relationship model (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986)

Seleccione enseñanza (estudiante: x.nombre,  
Profesor: z.name)

De x en los estudiantes, y en x. tomas, z en  
y. enseñado por  
Donde z. rank = "profesor asociado"

Teniendo presente que las direcciones de relación son importantes en especificando rutas de consulta: la relación *toma* sigue la dirección de estudiante a profesor, mientras que la relación enseñado por sigue la dirección de *estudiante a profesor*, mientras que la relación *enseñado por* sigue la dirección de *profesor a estudiante* (Teorey, Yang, D, & Fry, J, 1986).

## 2.6 Modelo de datos

Es un conjunto de conceptos que pueden servir para describir la estructura de una Base de Datos; tipo de datos, las relaciones y que deben cumplirse para esos datos. Por

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

lo general los modelos de datos contienen además un conjunto de operaciones básicas para especificar lecturas y actualizaciones de la base de datos. (Costa, 2015)

### 2.6.1 Cualidades de un modelo

Según (Laurens, 2013), los principales atributos que los caracterizan son:

1.- **Expresividad:** La disponibilidad de una amplia gama de conceptos hace posible una representación más extensa de la realidad, por esto los modelos más ricos en conceptos son también muy expresivos.

2.- **Simplicidad:** Debe ser lo más simple posible.

3.- **Minimalidad:** Cada concepto presente en el modelo tiene un significado distinto con respecto a los otros (ningún concepto se puede expresar mediante otro).

4.- **Formalidad:** Requiere que todos los conceptos del modelo tengan una interpretación única, precisa y bien definida.

Figura 11 Clasificación de los modelos de datos



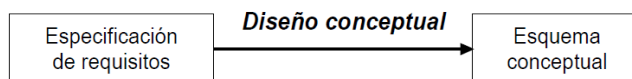
Fuente: Modelos conceptual de datos (Laurens, 2013)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 2.7. DISEÑO CONCEPTUAL

Es un esquema conceptual a partir de los requerimientos recopilados. El esquema conceptual es una descripción concisa de los requerimientos de información de los usuarios y contiene descripciones detalladas de los tipos de datos, vínculos y las restricciones. El diseño conceptual de una base de datos mediante el modelo ER. Lo que explicaremos es aplicable al diseño de cualquier tipo de bases de datos –relacional, jerárquica, etc.–, porque, como ya hemos dicho, en la etapa del diseño conceptual todavía no se tiene en cuenta la tecnología concreta que se utilizará para implementar la base de datos. (Marquez, 2003)

*Figura 12 Esquema conceptual*



- Esquema conceptual** → Descripción de alto nivel del contenido de información de la base de datos, independiente del SGBD que se vaya a utilizar.
- Modelo conceptual** → Lenguaje que se utiliza para describir esquemas conceptuales.
- Propósito** → Obtener un esquema completo que lo exprese todo.

Fuente: (Marquez, 2003)

## 2.8 DISEÑO LÓGICO: la transformación del modelo ER al modelo relacional

Partiremos del resultado de la etapa del diseño conceptual expresado mediante el modelo ER y veremos cómo se puede transformar en una estructura de datos del modelo relacional. (Costa, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.8.1 Introducción a la transformación de entidades e interrelaciones

En el caso de las interrelaciones, es necesario tener en cuenta su grado y su conectividad para poder decidir cuál es la transformación adecuada:

- 1) Las interrelaciones binarias 1:1 y 1: N dan lugar a claves foráneas.
- 2) Las interrelaciones binarias M: N y todas las  $n$ -arias se traducen en nuevas relaciones. En los sub-apartados siguientes explicaremos de forma más concreta las transformaciones necesarias para obtener un esquema relacional a partir de un modelo ER. Más adelante proporcionamos una tabla que resume los aspectos más importantes de cada una de las transformaciones para dar una visión global sobre ello. Finalmente, describimos su aplicación en un ejemplo. (Costa, 2015)

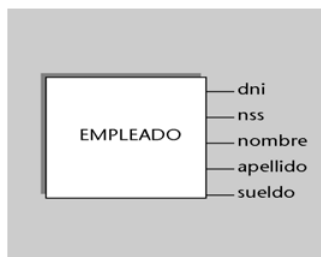
### 2. 8.2. Transformación de entidades

Los elementos básicos del modelo ER son las entidades y las interrelaciones:

- a) Las entidades, cuando se traducen al modelo relacional, originan relaciones.
- b) Las interrelaciones, en cambio, cuando se transforman, pueden dar lugar a claves foráneas de alguna relación ya obtenida o pueden dar lugar a una nueva relación. Empezaremos el proceso transformando todas las entidades de un modelo ER adecuadamente. Cada entidad del modelo ER se transforma en una relación del modelo relacional. Los atributos de la entidad serán atributos de la relación y, de forma análoga, la clave primaria de la entidad será la clave primaria de la relación (Costa, 2015). Según esto, la entidad de la figura del margen se transforma en la relación que tenemos a continuación:

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

*Ejemplo 13 transformación de una entidad*



Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos (Costa, 2015)

Si una entidad interviene en alguna interrelación binaria 1:1 o 1: N, puede ser necesario añadir nuevos atributos a la relación obtenida a partir de la entidad. Estos atributos formarán claves foráneas de la relación (Costa, 2015).

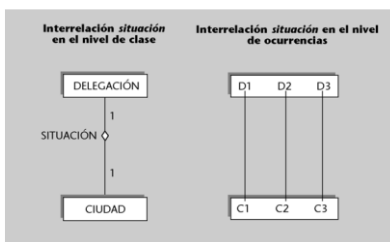
### 2. 8.3 Transformación de interrelaciones binarias

Para transformar una interrelación binaria es necesario tener en cuenta su conectividad, y si las entidades son obligatorias u opcionales en la interrelación (Costa, 2015).

#### 2. 8.3.1. Conectividad 1:1

Nuestro punto de partida es que las entidades que intervienen en la interrelación 1:1 ya se han transformado en relaciones con sus correspondientes atributos. Entonces sólo será necesario añadir a cualquiera de estas dos relaciones una clave foránea que referencie a la otra relación. (Costa, 2015)

*Figura 14 transformación de una interrelación binaria 1:1*



Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Costa, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Para la interrelación de la figura anterior, tenemos dos opciones de transformación:

- Primera opción:

*DELEGACIÓN*(*nombre-del*, ..., *nombre-ciudad*)  
 donde {*nombre-ciudad*} referencia *CIUDAD*  
*CIUDAD*(*nombre-ciudad*, ...)

- Segunda opción:

*DELEGACIÓN*(*nombre-del*, ...)  
*CIUDAD*(*nombre-ciudad*, ..., *nombre-del*) donde {*nombre-del*}  
 referencia *DELEGACIÓN*

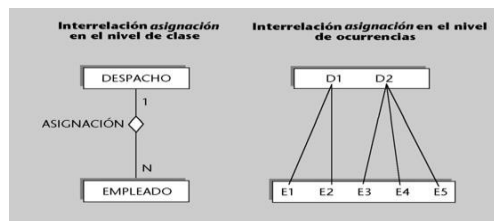
Ambas transformaciones nos permiten saber en qué ciudad hay una delegación, y qué delegación tiene una ciudad. De este modo, reflejan correctamente el significado de la interrelación *situación* del modelo ER. En la primera transformación, dado que una delegación está situada en una sola ciudad, el atributo *nombre-ciudad* tiene un único valor para cada valor de la clave primaria {*nombre-del*}. Observad que, si pudiese tener varios valores, la solución no sería correcta según la teoría relacional. En la segunda transformación, teniendo en cuenta que una ciudad tiene una sola delegación, el atributo *nombre-del* también toma un solo valor para cada valor de la clave primaria {*nombre-ciudad*}. También es necesario tener en cuenta que, en las dos transformaciones, la clave foránea que se les añade se convierte en una clave alternativa de la relación porque no admite valores repetidos. Por ejemplo, en la segunda transformación no puede haber más de una ciudad con la misma delegación; de este modo, *nombre-del* debe ser diferente para todas las tuplas de *CIUDAD*. (Costa, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.8.3.2. Conectividad 1: N

Partimos del hecho de que las entidades que intervienen en la interrelación 1: N ya se han transformado en relaciones con sus correspondientes atributos. En este caso sólo es necesario añadir en la relación correspondiente a la entidad del lado N, una clave foránea que referencie la otra relación (Costa, 2015).

Figura 15 Transformación de una interrelación binaria 1:N



Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Costa, 2015)

La interrelación de la figura anterior se transforma en:

*DESPACHO*(*desp*, ...)

*EMPLEADO*(*emp*, ..., *desp*)

donde {*desp*}referencia *DESPACHO*

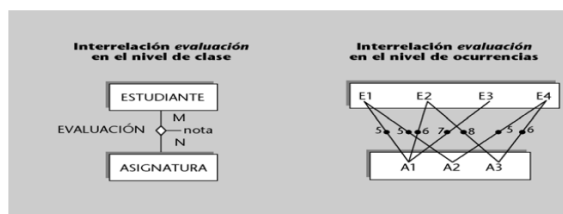
Esta solución nos permite saber en qué despacho está asignado cada empleado, y también nos permite consultar, para cada despacho, qué empleados hay. Es decir, refleja correctamente el significado de la interrelación *asignación*. Teniendo en cuenta que un empleado está asignado a un único despacho, el atributo *desp* tiene un valor único para cada valor de la clave primaria {*emp*}. Si hubiésemos puesto la clave foránea {*emp*} en la relación *DESPACHO*, la solución habría sido incorrecta, porque *emp* habría tomado varios valores, uno para cada uno de los distintos empleados que pueden estar asignados a un despacho. (Costa, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.8.3.3 Conectividad M: N

Una interacción M: N se transforma en una relación. Su clave primaria está formada por los atributos de la clave primaria de las dos entidades interrelacionadas. Los atributos de la interrelación serán atributos de nueva relación. (Costa, 2015)

Figura 16 Transformación de una interrelación binaria M: N



Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Costa, 2015)

La interrelación de la figura anterior se transforma en:

$ESTUDIANTE(est, \dots)$   
 $ASIGNATURA(asig, \dots)$   
 $EVALUACIÓN(\underline{est, asig}, nota)$  donde  $\{est\}$  referencia  $ESTUDIANTE$  y  $\{asig\}$  referencia  $ASIGNATURA$

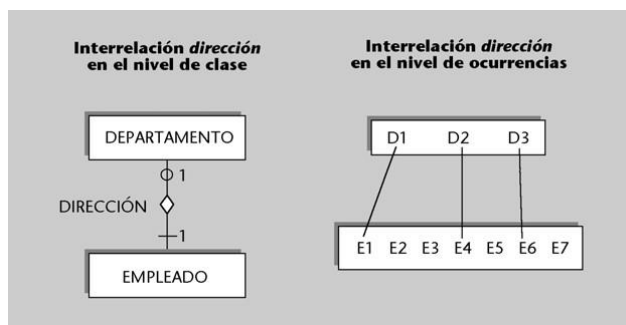
Observad que la clave de *evaluación* debe constar tanto de la clave de *estudiante* como de la clave de *asignatura* para identificar completamente la relación. La solución que hemos presentado refleja correctamente la interrelación *evaluación* y su atributo *nota*. Permite saber, para cada estudiante, qué notas obtiene de las varias asignaturas y, para cada asignatura, qué notas tienen los diferentes estudiantes de aquella asignatura. En el caso M: N no podemos utilizar claves foráneas para transformar la interrelación, porque obtendríamos atributos que necesitarían tomar varios valores, y esto no se permite en el modelo relacional. (Costa, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.8.3.4 Influencia de la dependencia de existencia en la transformación de las interrelaciones binarias

La dependencia de existencia, o más concretamente, el hecho de que alguna de las entidades sea opcional en una interrelación se debe tener en cuenta al hacer la transformación de algunas relaciones binarias 1:1 y 1:N. Si una de las entidades es opcional en la interrelación, y la transformación ha consistido en poner una clave foránea en la relación que corresponde a la otra entidad, entonces esta clave foránea puede tomar valores nulos. Ejemplo de transformación de una entidad opcional en la interrelación En el ejemplo siguiente, la entidad *departamento* es opcional en *dirección* y, por lo tanto, puede haber empleados que no sean directores de ningún departamento (Costa, 2015).

Figura 17 Ejemplo Transformación de una entidad opcional Interrelación



Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Costa, 2015)

En principio, hay dos opciones de transformación:

- Primera opción:

*DEPARTAMENTO*(dep, ..., emp-dir)  
donde {emp-dir} referencia *EMPLEADO*  
*EMPLEADO*(emp, ...)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

- Segunda opción:

*DEPARTAMENTO(dep, ...)*

*EMPLEADO(emp, ..., dep) donde {dep} referencia*

*DEPARTAMENTO y dep puede tomar valores nulos*

La segunda transformación da lugar a una clave foránea que puede tomar valores nulos (porque puede haber empleados que no son directores de ningún departamento). Entonces será preferible la primera transformación, porque no provoca la aparición de valores nulos en la clave foránea y, de este modo, nos ahorra espacio de almacenamiento. En las interrelaciones 1: N, el hecho de que la entidad del lado 1 sea opcional también provoca que la clave foránea de la transformación pueda tener valores nulos. En este caso, sin embargo, no se pueden evitar estos valores nulos porque hay una única transformación posible. (Costa, 2015)

### 2.8.3.5 Transformación de interrelaciones ternarias

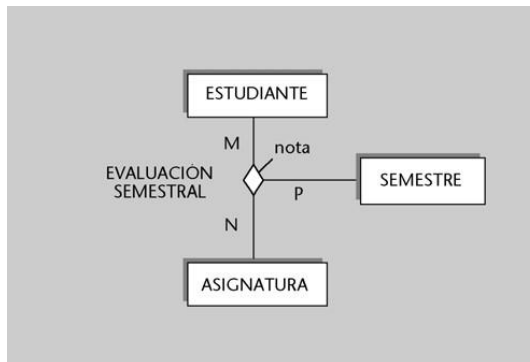
La transformación de las interrelaciones ternarias presenta similitudes importantes con la transformación de las binarias M: N. No es posible representar la interrelación mediante claves foráneas, sino que es necesario usar una nueva relación. Para que la nueva relación refleje toda la información que modeliza la interrelación, es necesario que contenga las claves primarias de las tres entidades interrelacionadas y los atributos de la interrelación. Así pues, la transformación de una interrelación ternaria siempre da lugar a una nueva relación, que tendrá como atributos las claves primarias de las tres entidades interrelacionadas y todos los atributos que tenga la interrelación. La clave primaria de la nueva relación depende de la conectividad de la interrelación. A continuación, analizaremos cuál debe ser la clave primaria de la nueva relación según la conectividad. Empezaremos por el caso M: N: P y acabaremos con el caso 1:1:1. (Costa, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 2.8.3.5. Conectividad M: N: P

Cuando la conectividad de la interrelación es M: N: P, la relación que se obtiene de su transformación tiene como clave primaria todos los atributos que forman las claves primarias de las tres entidades interrelacionadas (Costa, 2015). Ejemplo de transformación de una interrelación ternaria M: N: P Analizaremos la transformación con un ejemplo:

Figura 18 conectividad M: N: P



Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Costa, 2015)

La interrelación anterior se transforma en:

*ESTUDIANTE*(est, ...)  
*ASIGNATURA*(asig, ...) *SEMESTRE*(sem, ...)  
*EVALUACIÓN-SEMESTRAL*(est, asig, sem,  
 nota) donde {est} referencia *ESTUDIANTE*,  
 {asig} referencia *ASIGNATURA* y {sem}  
 referencia *SEMESTRE*

Para identificar completamente la relación, la clave debe constar de la clave de *estudiante*, de la clave de *asignatura* y de la clave de *semestre*. Si nos faltase una de las tres, la clave de la relación podría tener valores repetidos. Consideremos, por

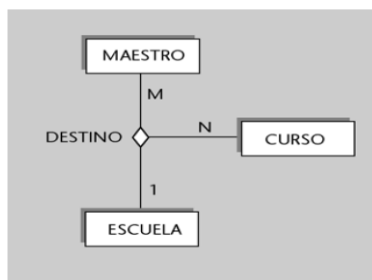
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ejemplo, que no tuviésemos la clave de *semestre*. Dado que *semestre* está conectada con “muchos” en la interrelación, puede haber estudiantes que han sido evaluados de una misma asignatura en más de un semestre. Entonces, para estos casos habría valores repetidos en la clave de la relación *EVALUACION-SEMESTRAL*. Observad que, del mismo modo que es necesaria la clave de semestre, también lo son la de *estudiante* y la de *asignatura*. (Costa, 2015)

### 2.8.3.6 Conectividad M: N:1

Cuando la conectividad de la interrelación es M: N:1, la relación que se obtiene de su transformación tiene como clave primaria todos los atributos que forman las claves primarias de las dos entidades de los lados de la interrelación etiquetados con M y con N (Costa, 2015). Ejemplo de transformación de una interrelación ternaria M: N:1 Lo ilustraremos con un ejemplo:

Figura 19 Conectividad M:N:1



Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos*. (Costa, 2015)

Esta interrelación refleja los destinos que se dan a los maestros de escuela en los diferentes cursos. El 1 que figura en el lado de *escuela* significa que un maestro no puede ser destinado a más de una escuela en un mismo curso. El ejemplo de la figura se transforma en:

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

*MAESTRO*(*código-maestro*, ...)  
*CURSO*(*código-curso*, ...)  
*ESCUELA*(*código-esc*, ...)  
*DESTINO*(*código-maestro*, *código-curso*,  
*código-esc*) donde {*código-maestro*}  
referencia *MAESTRO*  
{i *código-curso*} referencia  
*CURSO* y {*código-esc*}  
referencia *ESCUELA*

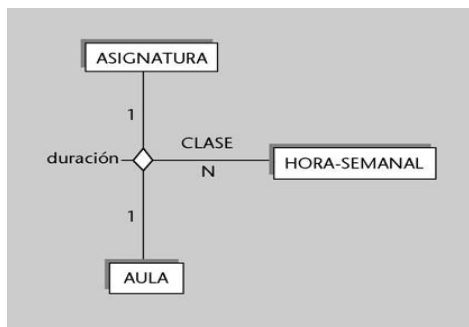
No es necesario que la clave incluya *código-esc* para identificar completamente la relación. Si se fijan un maestro y un curso, no puede haber más de una escuela de destino y, por lo tanto, no habrá claves repetidas. (Costa, 2015)

#### 2.8.3.7. Conectividad N: 1:1

(BETINI, CERI, S, & NAVATHE,S, 1992) Cuando la conectividad de la interrelación es N: 1:1, la relación que se consigue de su transformación tiene como clave primaria los atributos que forman la clave primaria de la entidad del lado N y los atributos que forman la clave primaria de cualquiera de las dos entidades que están conectadas con 1. Así pues, hay dos posibles claves para la relación que se obtiene. Son dos claves candidatas entre las cuales el diseñador deberá escoger la primaria. Ejemplo de transformación de una interrelación ternaria N: 1:1 Veamos un ejemplo de ello:

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Figura 20 Conectividad N: 1:1



Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Costa, 2015)

1) Una posible transformación es la siguiente:

*HORA-SEMANTAL*(código-hora, ...)  
*AULA*(código-aula, ...)  
*ASIGNATURA*(asig, ...)  
*CLASE* (código-hora, código-aula, *asig*, *duración*) donde {código-hora} referencia *HORA-SEMANTAL*, {código-aula} referencia *AULA* y {asig} referencia *ASIGNATURA*

En este caso, la clave, a pesar de no incluir el atributo *asig*, identifica completamente la relación porque para una hora-semanal y un aula determinadas hay una única asignatura de la que se hace clase a esa hora y en esa aula.

2) La segunda transformación posible es esta otra:

- 3) *HORA-SEMANTAL*(código-hora, ...)
- 4) *AULA*(código-aula, ...)
- 5) *ASIGNATURA*(asig, ...)
- 6) *CLASE* (código-hora, código-aula, asig, *duración*) donde {código-hora} referencia *HORA-SEMANTAL*,
- 7) {código-aula} referencia *AULA* y {asig} referencia *ASIGNATURA*

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Ahora la clave incluye el atributo *asig* y, en cambio, no incluye el atributo *código-aula*. La relación también queda completamente identificada porque, para una asignatura y hora-semanal determinadas, de aquella asignatura se da clase en una sola aula a aquella hora. (Costa, 2015)

### 2.8.3.8 Conectividad 1:1:1

Cuando la conectividad de la interrelación es 1:1:1, la relación que se obtiene de su transformación tiene como clave primaria los atributos que forman la clave primaria de dos entidades cualesquiera de las tres interrelacionadas. Así pues, hay tres claves candidatas para la relación (Costa, 2015).

*Figura 21 Transformación de una interrelación ternaria 1:1:1*



*Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos (Costa, 2015)*

Esta interrelación registra información de defensas de proyectos de fin de carrera. Intervienen en ella el estudiante que presenta el proyecto, el proyecto presentado y el tribunal evaluador. La transformación del ejemplo anterior se muestra a continuación:

*TRIBUNAL(trib, ...)*

*ESTUDIANTE(est, ...)*

*PROYECTO-FIN-CARRERA(pro, ...)*

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Para la nueva relación DEFENSA, tenemos las tres posibilidades siguientes:

- Primera opción:

*DEFENSA (trib, est, pro, fecha-defensa)*  
 donde {trib} referencia TRIBUNAL,  
 {est} referencia ESTUDIANTE  
 y {pro} referencia PROYECTO-FIN-CARRERA

- Segunda opción:

*DEFENSA (trib, pro, est, fecha-defensa)*  
 donde {trib} referencia TRIBUNAL,  
 {est} referencia ESTUDIANTE  
 y {pro} referencia PROYECTO-FIN-CARRERA

Tercera opción:

*DEFENSA (est, pro, trib, fecha-defensa)*  
 donde {trib} referencia TRIBUNAL,  
 {est} referencia ESTUDIANTE  
 y {pro} referencia PROYECTO-FIN-CARRERA

En los tres casos, es posible comprobar que la clave identifica completamente la relación si se tiene en cuenta la conectividad de la interrelación *defensa* (Costa, 2015).

### 2.8.3.9 Transformación de interrelaciones *n*-arias

La transformación de las interrelaciones *n*-arias se puede ver como una generalización de lo que hemos explicado para las ternarias. En todos los casos, la transformación de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

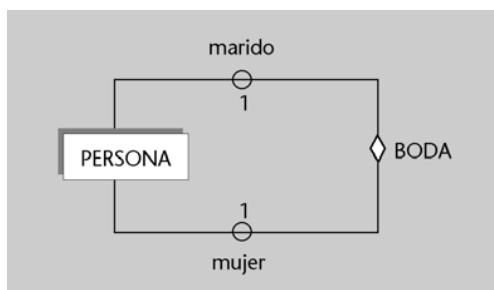
una interrelación  $n$ -aria consistirá en la obtención de una nueva relación que contiene todos los atributos que forman las claves primarias de las  $n$  entidades interrelacionadas y todos los atributos de la interrelación. Podemos distinguir los casos siguientes:

- a) Si todas las entidades están conectadas con “muchos”, la clave primaria de la nueva relación estará formada por todos los atributos que forman las claves de las  $n$  entidades interrelacionadas.
- b) Si una o más entidades están conectadas con “uno”, la clave primaria de la nueva relación estará formada por las claves de  $n - 1$  de las entidades interrelacionadas, con la condición de que la entidad, cuya clave no se ha incluido, debe ser una de las que está conectada con “uno”. (Costa, 2015)

#### 2.8.4. Transformación de interrelaciones recursivas

(Costa, 2015) Las transformaciones de las interrelaciones recursivas son similares a las que hemos visto para el resto de las interrelaciones. De este modo, si una interrelación recursiva tiene conectividad 1:1 o 1: N, da lugar a una clave foránea, y si tiene conectividad M: N o es  $n$ -aria, origina una nueva relación. Mostraremos la transformación de algunos ejemplos concretos de interrelaciones recursivas para ilustrar los detalles de la afirmación anterior.

*Figura 22 transformación de una interrelación recursiva binaria 1:1*



*Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Costa, 2015)*

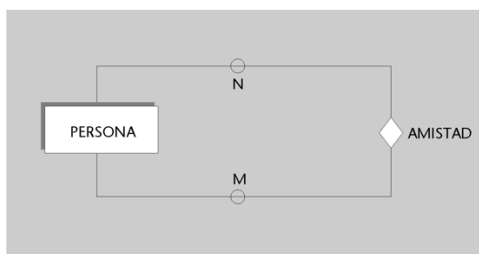
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

La interrelación de la figura anterior es recursiva, binaria y tiene conectividad 1:1. Las interrelaciones 1:1 originan una clave foránea que se pone en la relación correspondiente a una de las entidades interrelacionadas. En nuestro ejemplo, sólo hay una entidad interrelacionada, la entidad *persona*. Entonces, la clave foránea deberá estar en la relación *PERSONA*. Esta clave foránea deberá referenciar a la misma relación para que refleje una interrelación entre una ocurrencia de persona y otra ocurrencia de persona. Así, obtendremos:

PERSONA (código-per, ..., código-conyuge)  
 donde {código-conyuge} referencia PERSONA  
 y código-conyuge admite valores nulos

La clave foránea {código-conyuge} referencia la relación *PERSONA* a la que pertenece. Conviene tener en cuenta que, en casos como éste, los atributos de la clave foránea no pueden tener los mismos nombres que los atributos de la clave primaria que referencian porque, según la teoría relacional, una relación no puede tener nombres de atributos repetidos. (Batini, Ceri, & Navathe, 1992)

*Figura 23 interrelación recursiva y con conectividad M: N.*



*Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Costa, 2015)*

Las interrelaciones M: N se traducen en nuevas relaciones que tienen como clave primaria las claves de las entidades interrelacionadas. En nuestro ejemplo, la interrelación vincula ocurrencias de persona con otras ocurrencias de *persona*. En este caso, la clave primaria de la nueva relación estará formada por la clave de la entidad

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

*persona* dos veces. Convendrá dar nombres diferentes a todos los atributos de la nueva relación. De este modo, la traducción del ejemplo anterior será:

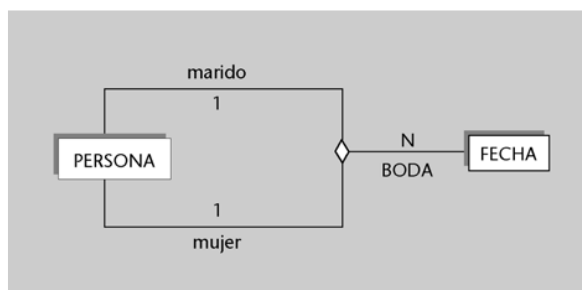
*PERSONA* (código-per, ...)

*AMISTAD* (código-per, código-per-amiga)

donde {código-per} referencia *PERSONA*

y {código-per-amiga} referencia *PERSONA*

FIGURA 24 Transformación de una interrelación recursiva n-aria N: 1:1



Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Costa, 2015)

La anterior interrelación *boda* es recursiva, ternaria y tiene conectividad N:1:1. Las interrelaciones N:1:1 originan siempre una nueva relación que contiene, además de los atributos de la interrelación, todos los atributos que forman la clave primaria de las tres entidades interrelacionadas. En nuestro ejemplo, la interrelación asocia ocurrencias de *persona* con otras ocurrencias de *persona* y con ocurrencias de *fecha*. Entonces, la clave de *persona* tendrá que figurar dos veces en la nueva relación, y la clave de *fecha*, solo una. La clave primaria de la relación que se obtiene para interrelaciones N:1:1 está formada por la clave de la entidad del lado N y por la clave de una de las entidades de los lados 1. En nuestro ejemplo, en los dos lados 1 de la interrelación tenemos la misma entidad: *persona*. La clave primaria estará formada por la clave de la entidad *fecha* y por la clave de la entidad *persona*.

Según todo esto, la transformación será la siguiente:

*PERSONA*(código-per, ...)

*FECHA*(fecha-bod, ...)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

*BODA (fecha-bod, código-per, código-conyuge)*

donde {fecha-bod} referencia FECHA,

{código-per} referencia PERSONA

y {código-conyuge} referencia PERSONA

## 2.8.5 Transformación de entidades débiles

Las entidades débiles se traducen al modelo relacional igual que el resto de entidades, con una pequeña diferencia. Estas entidades siempre están en el lado N de una interrelación 1: N que completa su identificación. Así pues, la clave foránea originada por esta interrelación 1: N debe formar parte de la clave primaria de la relación correspondiente a la entidad débil. (Costa, 2015)

### Ejemplo de transformación de entidad débil

Lo explicaremos con un ejemplo: Este ejemplo se transforma tal y como se muestra a continuación: Observad que la clave foránea {nombre} forma parte también de la clave primaria de *DESPACHO*. Si no fuese así, y la clave primaria contuviese sólo el atributo *número*, los despachos no quedarían totalmente identificados, teniendo en cuenta que puede haber despachos situados en edificios diferentes que tengan el mismo número. (Batini, Ceri, & Navathe, 1992)

### 2.8.6 Transformación de la generalización/especialización

Cada una de las entidades superclase y subclase que forman parte de una generalización/especialización se transforma en una relación:

- a) La relación de la entidad superclase tiene como clave primaria la clave de la entidad superclase y contiene todos los atributos comunes.
- b) Las relaciones de las entidades subclase tienen como clave primaria la clave de la entidad superclase y contienen los atributos específicos de la subclase. (Costa, 2015)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Ejemplo de transformación de la generalización/especialización Veamos un ejemplo (consultad el gráfico en la página siguiente) que contiene una generalización/especialización y, también, una interrelación M: N en la que interviene una de las entidades subclase. Este ejemplo se traduce al modelo relacional como se indica a continuación:

*EMPLEADO(DNI, nombre, dirección, teléfono)*

*DIRECTIVO(DNI, coche)*

donde {DNI} referencia EMPLEADO

*ADMINISTRATIVO (DNI, antigüedad)*

donde {DNI} referencia EMPLEADO

*TÉCNICO (DNI, título)*

donde {DNI} referencia EMPLEADO

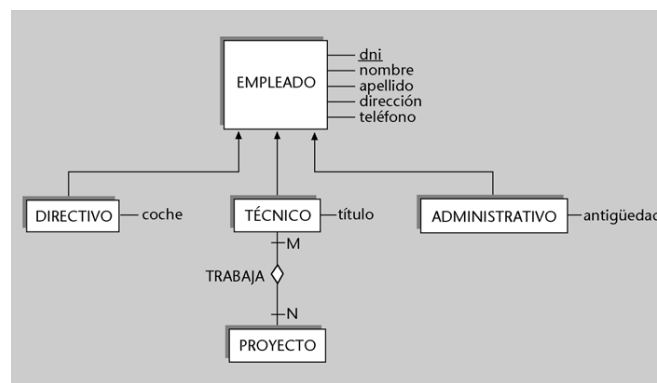
*PROYECTO(pro, ...)*

*TRABAJA(DNI, pro, superficie)*

donde {DNI} referencia TÉCNICO

y {pro} referencia PROYECTO

*Figura 25 Transformación de la generalización/especialización*



*Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Batini, Ceri, & Navathe, 1992)*

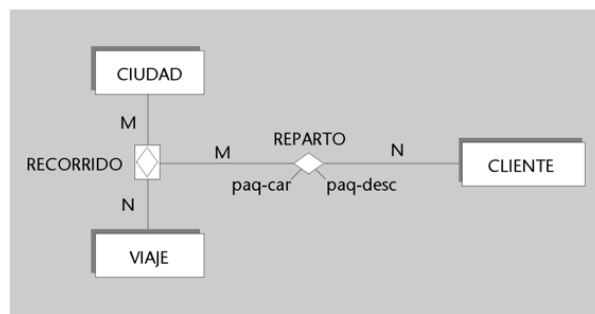
	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Conviene observar que los atributos comunes se han situado en la relación *EMPLEADO* y que los atributos específicos se han situado en la relación de su entidad subclase. De este modo, *coche* está en *DIRECTIVO*, *título* en *TÉCNICO* y *antigüedad* en *ADMINISTRATIVO*. Por otro lado, la interrelación específica para los empleados técnicos denominada *trabaja* se transforma en la relación *TRABAJA*. Observad que esta relación tiene una clave foránea que referencia sólo a los empleados técnicos, y no a los empleados directivos o administrativos. (Batini, Ceri, & Navathe, 1992)

### 2.8.7. Transformación de entidades asociativas

Una entidad asociativa tiene su origen en una interrelación. En consecuencia, sucede que la transformación de la interrelación originaria es, al mismo tiempo, la transformación de la entidad asociativa. Veamos un ejemplo, que incluye una entidad asociativa interrelacionada con otra entidad (Costa, 2015):

Figura 26 Transformación de entidades asociativas



Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Teorey T. , 1999)

La transformación del ejemplo anterior será:

*CIUDAD*(nombre-ciudad, ...)

*VIAJE*(id-viaje, ...)

*RECORRIDO* (nombre-ciudad, id-viaje)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

donde {nombre-ciudad} referencia CIUDAD

e {id-viaje} referencia VIAJE

CLIENTE {código-cliente, ...}

REPARTO(nombre-ciudad, id-viaje, código-cliente, paq-car, paq-desc)

donde {nombre-ciudad, id-viaje} referencia RECORRIDO

y {código-cliente} referencia CLIENTE

Tal y como se puede observar, la traducción de la interrelación *recorrido* es, al mismo tiempo, la traducción de su entidad asociativa. La relación *REPARTO* nos ilustra la transformación de una interrelación en la que participa una entidad asociativa. Puesto que se trata de una interrelación M: N entre *recorrido* y *ciudad*, una parte de la clave primaria de *REPARTO* referencia la clave de *RECORRIDO*, y el resto, la clave de *CIUDAD*. (Batini, Ceri, & Navathe, 1992)

### 2.8.8 Resumen de la transformación del modelo ER al modelo relacional

La tabla que mostramos a continuación resume los aspectos más básicos de las transformaciones que hemos descrito en las secciones anteriores, con el objetivo de presentar una visión rápida de los mismos:

Figura 27 Tabla Resumen Transformación del modelo ER

Elemento del modelo ER	Transformación al modelo relacional
Entidad	Relación
Interrelación 1:1	Clave foránea
Interrelación 1:1	Clave foránea
Interrelación M: N	Relación
Interrelación <i>n</i> -aria	Relación
Interrelación recursiva	Como en las interrelaciones no recursivas:

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Clave foránea para binarias 1:1 y 1: N</b></li> <li>• <b>Relación para binarias M: N y n-arias</b></li> </ul>
<b>Entidad débil</b>	<b>La clave foránea de la interrelación identificadora forma parte de la clave primaria</b>
<b>Generalización/especialización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Relación para la entidad superclase</b></li> <li>• <b>Relación para cada una de las entidades subclase</b></li> </ul>
<b>Entidad asociativa</b>	<b>La transformación de la interrelación que la origina es a la vez su transformación</b>

Fuente: Introducción al Diseño de bases de datos. (Teorey T. , 1999)

### 2.8.9. Ejemplo: base de datos del personal de una entidad bancaria

En este apartado aplicaremos las transformaciones que hemos explicado en el caso práctico de la base de datos del personal de una entidad bancaria. Antes hemos presentado el diseño conceptual de esta base de datos. A continuación, veremos su transformación al modelo relacional. Empezaremos por transformar todas las entidades en relaciones y todas las interrelaciones 1:1 y 1: N en claves foráneas de estas relaciones.

*EMPLEADO(código-empleado, DNI, NSS, nombre, apellido, nombrecateg, central, ciudad-res)*  
donde {nombre-categ} referencia CATEGORÍA,

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

*{central}* referencia *CENTRAL-SINDICAL*,  
 el atributo *central* admite valores nulos  
 y *{ciudad-res}* referencia *CIUDAD*  
*FIJO*(*código-empleado*, *antigüedad*)  
 donde *{código-empleado}* referencia *EMPLEADO*  
*TEMPORAL*(*código-empleado*, *fecha-inicio-cont*, *fecha-final-cont*)  
 donde *{código-empleado}* referencia *EMPLEADO*  
*CIUDAD*(*nombre-ciudad*, *número-hab*)  
*AGENCIA*(*nombre-ciudad*, *nombre-agencia*, *dirección*, *teléfono*)  
 donde *{nombre-ciudad}* referencia *CIUDAD*  
*TÍTULO*(*nombre-título*)  
*CATEGORÍA*(*nombre-categoría*, *sueldo-base*, *hora-extra*)  
*CENTRAL-SINDICAL*(*central*, *cuota*)  
*TIPO-PRÉSTAMO*(*código-préstamo*, *tipo-interés*, *período-vigencia*)  
*FECHA*(*fecha*)

Observad que, en la transformación de la generalización/especialización correspondiente a la entidad *empleado*, hemos situado los atributos comunes a la relación *EMPLEADO* y los atributos específicos se han situado en las relaciones *FIJO* y *TEMPORAL*. En la relación *AGENCIA*, el atributo *nombre-ciudad* es una clave foránea y al mismo tiempo forma parte de la clave primaria porque *agencia* es una entidad débil que requiere la interrelación *situación* para ser identificada. Veamos ahora las relaciones que se obtienen a partir de la transformación de las interrelaciones binarias y *n*-arias:

*TITULACIÓN*(*código-empleado*, *nombre-título*)  
 donde *{código-empleado}* referencia *EMPLEADO*  
 y *{nombre-título}* referencia *TÍTULO*  
*TRASLADO*(*código-empleado*, *fecha*, *nombre-ciudad*, *nombre-agencia*,  
*fecha-fin*)  
 donde *{código-empleado}* referencia *EMPLEADO*,  
*{nombre-ciudad, nombre-agencia}* referencia *AGENCIA*  
 y *{fecha}* referencia *FECHA*  
*PETICIÓN*(*código-empleado*, *código-préstamo*, *fecha*, *concedido/no*)  
 donde *{código-empleado}* referencia *FIJO*

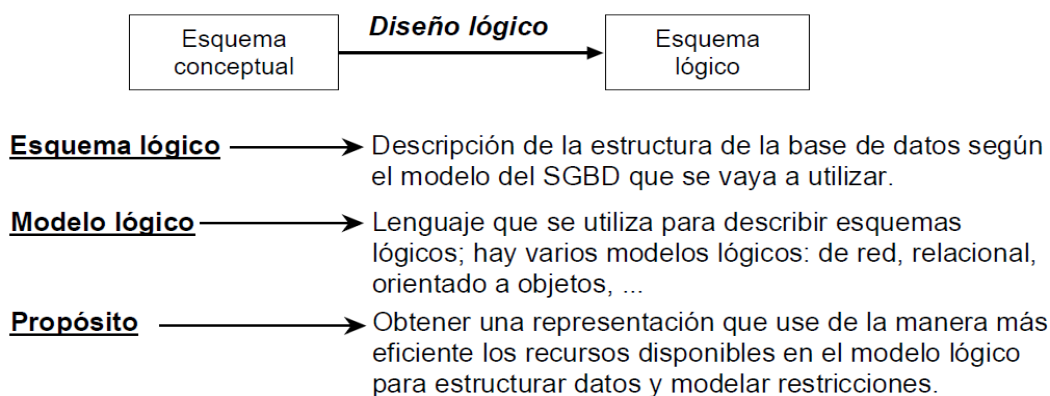
	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

{código-préstamo} referencia TIPO-PRÉSTAMO

y {fecha} referencia FECHA

Para elegir las claves primarias adecuadas, se ha tenido en cuenta la conectividad de las interrelaciones.

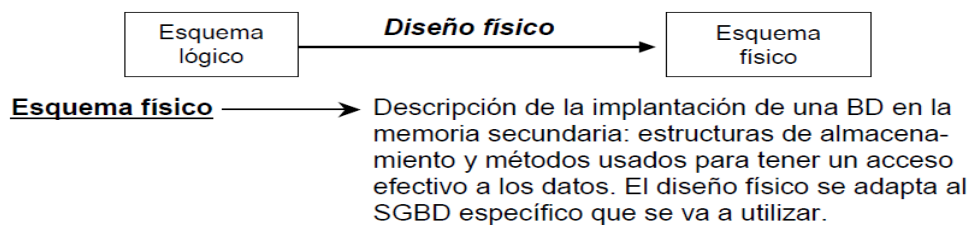
Figura 28 Esquema Diseño Lógico



El diseño lógico depende del **modelo de BD** que soporta el SGBD.

Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Teorey T. , 1999)

Figura 29 Esquema Diseño Físico



Se expresa haciendo uso del **lenguaje de definición de datos** del SGBD.

Por ejemplo, en SQL las sentencias que se utilizan son las siguientes:

```

CREATE DATABASE
CREATE TABLE
CREATE VIEW
CREATE INDEX
CREATE SCHEMA
CREATE SNAPSHOT
CREATE CLUSTER
  
```

Fuente: *Introducción al Diseño de bases de datos.* (Costa, 2015)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Dependencia de cada una de las etapas del diseño, en el tipo de SGBD y en el SGBD específico:

	<i>Tipo de SGB</i>	<i>SGBD específico</i>
<i>Diseño conceptual</i>	NO	NO
<i>Diseño lógico</i>	SÍ	NO
<i>Diseño físico</i>	SÍ	SÍ

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 2.9 OTRAS METRICAS EXISTENTES.

Como complementación al presente proyecto y futuros trabajos, se tuvo en consideración otras propuestas existentes sobre métricas, que pueden aportar ya sea un proyecto académico como en la elaboración de un desarrollo de software

### 2.9.1 El Modelo Conceptual de Métricas

A continuación, describimos el modelo conceptual, de utilidad para diseñar e implementar repositorios de métricas, en el cual representamos todos los elementos y relaciones necesarias para definir y explotar información de distintas métricas de atributos para diferentes dominios software. En el presente modelo conceptual no se ha previsto guardar instancias de métricas con sus valores respectivos para los diferentes atributos intervinientes para cada ente en distintos proyectos de software específicos. Esta ampliación del modelo será motivo de un avance futuro (Bertoa, 2002).

En la Figura 31 representamos (mediante un diagrama de clases y relaciones especificado en UML) los principales elementos del modelo conceptual, y que parcialmente analizamos (por razones de espacio) a seguir:

Las Clases Entidad y Atributo. Una entidad (o ente) representa un objeto, tangible o intangible, que exhibe un comportamiento observable en el mundo real (o dominio empírico). Desde el punto de vista del dominio del software, entes de interés a un alto nivel de abstracción son: *Proyecto*, *Proceso*, *Recurso*, *Producto* y *Producto en Uso*. A su vez, los entes se pueden subdividir en sub-entes de diferentes tipos. Los entes no se pueden medir directamente, sino a través de las propiedades atribuidas. Por lo tanto, los atributos representan las propiedades de los entes que son de interés para fines de medición. La Figura 31 muestra la relación entre la clase Ente y Atributo, así como su cardinalidad (Bertoa, 2002).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Como hemos indicado anteriormente, las entidades se componen de sub-entes. Por ejemplo, un sitio web (producto) contiene páginas web, las páginas pueden contener aplicaciones (funcionalidad de programas), imágenes y enlaces, entre otros. Las aplicaciones también se pueden descomponer en sub-entes como scripts y applets, formando de esta manera una jerarquía de entidades en donde la entidad de más alto nivel podría ser el proyecto con sus distintos componentes (recursos, productos y procesos). Desde el punto de vista de la medición, a todas las entidades (independientemente del nivel de la jerarquía en que estén) se les puede asociar atributos. Así podemos decir, por ejemplo, que *Cantidad de Páginas* (estáticas) es un atributo de la entidad *Sitio Web* mientras que *Tamaño de la Página* es un atributo de la entidad *Página Web*. De esta manera, el modelo representa tanto a los atributos relacionados con las entidades, como a la relación jerárquica de los entes entre sí, que desde la perspectiva del repositorio nos podrá permitir una navegación que facilite la exploración de atributos (y métricas) por jerarquías. Por ejemplo, una consulta puede ser “obtener información de todos los atributos relacionados a un proyecto, producto, recurso, proceso o producto en uso (F., 2006)”.

Por otra parte, en la Figura 31 se observan las clases Atributo Directo e Indirecto. Los atributos directos son atómicos, no se descomponen en nuevos atributos, en tanto que un atributo indirecto se puede representar por una relación de atributos. Por ejemplo, la *Cantidad de Interfaces Especificadas* de un componente COTS, es un atributo directo, mientras que el *Grado de Cobertura de Implementación de Interfaces* es la relación inversa entre la *Cantidad de Interfaces Implementadas* y las *Especificadas*.

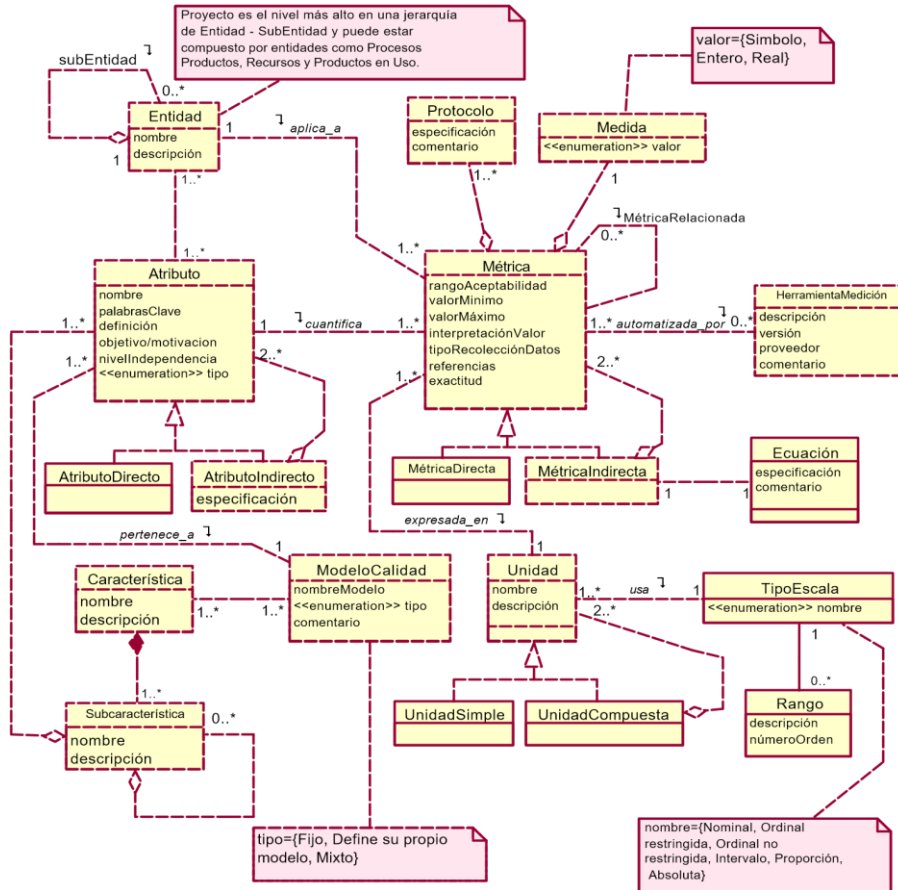
Por último, dentro de la clase Atributo especificamos campos<sup>1</sup> como nombre, palabras clave, definición, objetivo/motivación para utilizar el atributo, entre otros (Bertoa, 2002).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

La Clase Métrica y Clases Relacionadas. Antes de comentar las clases se observa que un atributo puede ser cuantificado por una o varias métricas. Por ejemplo, el atributo *Tamaño del Texto Visible de una Página* puede ser medido por una métrica  $m_1$  que cuantifique el tamaño por la cantidad de palabras, o por una métrica  $m_2$  que la cuantifique en bytes. La idea de métrica no es un concepto simple de desarrollar, si no se comprenden y analizan sus componentes y relaciones. Se la debe comprender en consideración de los tributos a los que cuantifica y a los entes a los que se asocia. Asimismo, es preciso identificar el tipo de valor que se obtiene, la unidad en la que se expresa, y el tipo de escala que se usa, con el fin de poder realizar una apropiada interpretación y un análisis matemático y/o estadístico. Además, un aspecto fundamental para garantizar la repetitividad y replicabilidad del proceso de medición es conocer las reglas de conteo y procedimientos (que denominaremos en este ámbito como “protocolo”), y determinar si el proceso de recolección de datos y cálculo se puede automatizar mediante un instrumento de medición. Como se observa en la Figura 31, las clases Métrica Directa e Indirecta son un tipo de Métrica. El concepto de métrica directa e indirecta (en el dominio formal) está estrechamente relacionado a la cuantificación de atributos directos e indirectos respectivamente (en el dominio empírico) (Bertoa, 2002).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Figura 31. Modelo Conceptual para el dominio de métricas.



Fuente: *Un Marco Conceptual para la Definición y Explotación de Métricas de Calidad* (Bertoa, 2002)

En el caso de una métrica indirecta, es necesario saber cuál es la Ecuación que formaliza y especifica al atributo indirecto. Para el ejemplo de atributo indirecto: *Grado (o Porcentaje) de Cobertura de Implementación de Interfaces* la ecuación matemática que formaliza la relación empírica “X es inversamente proporcional a Y” queda formalizada como:

Porcentaje\_de\_Cobertura\_de\_Implementación\_de\_Interfaces?

\*????##Interfaces\_Implementadas\_?/Interfaces\_Especificadas\_?\*

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Una medida (cuyo valor puede ser de distintos tipos como Símbolo -cadena de caracteres, entero o real), es parte de una métrica. La métrica no puede ser interpretada sin una unidad de medida y un tipo de escala, como se ilustró anteriormente con el atributo *Tamaño del Texto Visible de una Página*, que podía ser medido por dos métricas distintas dependiendo si la unidad de medida era cantidad de palabras, o número de bytes. A su vez, podemos modelizar unidades simples y compuestas como se observa en la Figura 31.

Por otra parte, es importante remarcar que una métrica puede tener uno o más protocolos de medición. La clase Protocolo especifica los mecanismos y procedimientos a ser tenidos en cuenta al momento de recolectar los datos con el fin de obtener el valor de una métrica. Así, las reglas de conteo para las dos métricas del ejemplo anterior varían según el caso. Además, si la métrica es automatizable (o semi-automatizable) desde el punto de vista de la recolección de datos, se puede indicar en el campo “especificación” el algoritmo correspondiente (por ejemplo, en pseudocódigo u otro formalismo) para que sirva como guía en el proceso con el fin de garantizar repetitividad y replicabilidad. Además, para este tipo de métricas se puede usar herramientas de medición tal como se ilustra en el modelo. Por último, desde el punto de vista de consulta al repositorio de métricas catalogadas, puede ser útil navegar por métricas relacionadas como se aprecia en la Figura 31 (Bertoa, 2002).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 3. METODOLOGÍA PROPUESTA

Para la elaboración de este proyecto se decidió tomar como punto de referencia los siguientes pasos secuenciales que constituyen nuestra metodología propuesta partiendo desde la contextualización e interés con la problemática propuesta hasta la culminación de este proyecto.

#### 3.1 EXAMINACIÓN DE EXPERIENCIAS

Teniendo en cuenta que este proyecto está relacionado con las diferentes metodologías a la hora de evaluar un modelo entidad relación se realizó especial énfasis en las diferentes problemáticas existentes no solo en el tema específico sino también en una investigación detallada en bases de datos que permitan contextualizar el tema de forma correcta.

#### 3.2 LIMITAR EL TEMA

Este proyecto pretende tener recopilado el resumen y la explicación de diferentes metodologías que se usan a la hora de evaluar un modelo entidad relación, bien puede ser sirviendo como fuente en próximas ocasiones para futuros investigadores o interesados por el tema. No se pretende recopilar en su totalidad todas las metodologías porque en este preciso momento no solo los autores y expertos en bases de datos las están creando, sino que también cada empresa tiene sus propias metodologías sino más bien se pretende ser una fuente donde se pueda ver condensado el trabajo de los expertos que han creado sus propias metodologías presentarlas de forma resumida y detallada.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 3.3 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la elaboración de este proyecto se recopilará información de diferentes documentaciones en inglés. Se partirá principalmente buscando en las bases de datos científicas del ITM anteriores estados del arte que si bien no tenían que ser precisamente del mismo tema tocan como principal algún punto parecido para luego buscar en sitios webs y diferentes bibliotecas en la red metodologías propuestas por diferentes autores e investigaciones que tocan como punto dicho tema.

### 3.4 REVISIÓN GENERAL DE LA INFORMACIÓN

Una vez recopilada la información se elaborará una traducción de los diferentes textos en inglés y se parafrasearan los textos en español, se elaborará una revisión detallada buscando dar una organización secuencial a cada texto.

### 3.5 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez reunida toda la información y haciéndole una revisión general se realizara una clasificación exhaustiva de la misma, tomando como punto de partida el contexto de la misma y las propias limitantes, objetivos y requerimientos del proyecto, se realizara un trabajo de conexión en cada texto, es decir, toda la información que se recopilara aunque si bien comprenden y tratan los mismos temas y problemáticas cada uno tiene per se diferentes autores y cada uno plasmo en sus escritos su propio estilo, por esa razón se realizara después de la organización un trabajo de parafraseo, es decir, se tomara la información recopilada y se la enunciara en el proyecto con palabras diferentes que bien no cambien el sentido de la información.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Una vez elaborada la tarea de organización de la información, parafraseo y conexión de la misma se realizarán varias lecturas al trabajo en pos de identificar errores y corregirlos.

### 3.6. Levantamiento del estado del arte.

#### 3.6.1 Conceptos básicos de métricas

(González, 2001) Empezaremos por definir los posibles términos que se encuentran encerrados en la palabra *métrica*, porque es muy común asociarla con las palabras medición y medida, aunque estas tres son distintas. La *medición* “es el proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos o entidades en el mundo real tal como son descritos de acuerdo a reglas claramente definidas”. Una *medida* “proporciona una indicación cuantitativa de extensión, cantidad, dimensiones, capacidad y tamaño de algunos atributos de un proceso o producto”. El IEEE “ (Terms, 2006)” define *métrica* como “*una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado*”.

Muchos investigadores han intentado desarrollar una sola métrica que proporcione una medida completa de la complejidad del software. Aunque se han propuesto docenas de métricas o medidas, cada una de éstas tiene un punto de vista diferente; y, por otro lado, aunque bien se sabe que existe la necesidad de medir y controlar la complejidad del software, es difícil de obtener un solo valor de estas métricas de calidad. Aun así, debería ser posible desarrollar medidas de diferentes atributos internos del programa. Aunque todos estos obstáculos son motivo de preocupación, no son motivo de desprecio hacia las métricas. En este sentido se dice que la medición es esencial, si se desea realmente conseguir la calidad de software (CARRIÓN, 2006).

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 3.6.2. Métricas Propuestas para datos Modelo calidad

Figura 30 Propuesta de Moody

Resumen de las métricas propuestas para datos Modelo de Calidad	
Factor de calidad	Métrica propuesta
Exactitud	1. Numero de violaciones a normas de modelo de datos
	2. Numero de Instancias de redudancia de entidad
	3. Numero de instancias de redundancia entidad relacion
	4. Numero de redundancias en atributos.
Completado	5. Numero de requerimientos faltantes(error tipo1)
	6. Numero de requerimientos innecesarios(erro tipo2)
	7. Número de requisitos definidos con precisión innecesarias
	8. Numero de inconsistencias en el proceso de modelaje
Integridad	9. Numero de reglas de negocio perdidas
	10. Numero de reglas de negocio incorrectas.
	11. Número de reglas de negocio incompatibles con el modelo en proceso
	12. Número de reglas de negocio de forma redundante en el proceso del modelado
Flexibilidad	13. Número de elementos del modelo de datos que son sujetos a cambios.
	14. Probabilidad ajustada al valor del cambio
	15. Impacto estratégico del cambio
comprensibilidad	16. Calificación del usuario de comprensibilidad
	17. Errores de interpretación de Usuario
	18. Desarrollador de aplicaciones de comprensibilidad.
	19. Sujeto-region-entidad relacion
Simplicidad	20. Relación entidad-atributo
	21. Numero de entidades E
	22. complejidad del sistema (E + R)
Integracion	23. Complejidad total (aE + Br + CA)
	24. Número de conflictos de datos con datos empresariales
	25. Número de conflictos de datos con los sistemas existentes
	26. Número de elementos de datos duplicados existentes en sistemas o proyectos.
implementabilidad	27. Valoración de la capacidad para satisfacer las necesidades empresariales
	28. Estimación de costos de Desarrollo
	29. Evaluación técnica de riesgo

Fuente: Metrics for evaluating the quality of entity relationship models, (MOODY, 1998)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 3.6.2. Métricas de Shanks 2003

(Shanks, 2003) Algunos de los primeros trabajos sobre la calidad de los modelos centrados sobre modelos de datos (Moody y Shanks, 1994) el trabajo que se amplió esta basados en investigaciones empíricas sobre su uso; Este conjunto de trabajos es junto con el trabajo de (Batini y Scannapieco, 2006) que se describe a continuación a nuestro entender el más ampliamente citado en esta área. Contiene la siguiente características y métricas para el modelo de datos calidad:

**Exactitud** se define como si el modelo se ajusta a las reglas técnicas del modelado de datos (Es decir, si se trata de un modelo de datos válido). Esta Incluye convenios de diagramas, reglas de nomenclatura, reglas de definición, las reglas de composición y normalización. Métricas propuestas:

1. Número de violaciones a normas de modelado de datos.
2. Número de casos de redundancia en la entidad.
3. Número de casos de redundancia en la relación.
4. Número de casos de redundancia en el atributo.

**Completado:** se refiere a si el modelo de datos contiene toda la información requerida para apoyar la funcionalidad requerida del sistema. Métricas propuestas:

5. Numero de requerimientos faltantes.
6. Numero de requerimientos innecesarios.
7. Número de requisitos definidos con precisión innecesarias
8. Numero de inconsistencias en el proceso de modelaje

**Integridad** se define como si el modelo de datos definiera todas las reglas del negocio que se aplican a los datos. Métricas propuestas:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

9. Numero de reglas de negocio perdidas
10. Numero de reglas de negocio incorrectas.
11. Número de reglas de negocio incompatibles con el modelo en proceso.
12. Número de reglas de negocio de forma redundante en el proceso del modelado.

**Flexibilidad:** se define como la facilidad con la que los datos Modelados puede hacer frente a los negocios y / o reglamentaria. Métricas propuestas:

13. Número de elementos del modelo de datos que son sujetas a cambios
14. Probabilidad ajustada al valor del cambio
15. Impacto estratégico del cambio.

**Comprensibilidad:** se define como la facilidad con la cual los conceptos y estructuras en el modelo de datos pueden ser entendidos. Métricas propuestas:

16. Calificación del usuario de comprensibilidad.
17. Errores de interpretación de Usuario.
18. Desarrollador de aplicaciones de comprensibilidad.
19. Sujeto área-Entidad relación.
20. Entidad-atributos de relación.

**Simplicidad:** Significa que el modelo de datos contiene las entidades y relaciones mínimas posibles que representan el dominio.

21. Número de entidades E.
22. complejidad del sistema (E + R)
23. Complejidad total (aE + Br + CA)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

**La integración:** se define como la consistencia de los datos al modelar con el resto de datos de la organización. Métricas propuestas:

- 24. Número de conflictos de datos con datos empresariales Modelo
- 25. Número de conflictos de datos con los sistemas existentes
- 26. Número de elementos de datos duplicados existentes en sistemas o proyectos.
- 27. Valoración de la capacidad para satisfacer las necesidades empresariales

**Implementabilidad:** se define como la facilidad con la cual el modelo de datos se puede implementar en el tiempo, las limitaciones presupuestas y de la tecnología del proyecto. Métricas propuestas:

- 28. Estimación de costos de Desarrollo
- 29. Evaluación técnica de riesgo

Basado en una investigación empírica (Moody y Shanks, 2003) (que perciben principalmente única métrica 22, 26 y 28 que serán beneficiosas para no perder de vista en el contexto del caso concreto) dos métricas adicionales proponen:

Métricas 31. Nivel reutilización. Este es el inverso o "Positivo" del nivel de la duplicación de la métrica (Métrico 26) y mide el número de elementos de datos existentes reutilizado como parte del nuevo modelo.

Métricas 31. Número de conclusiones del factor de calidad. Cada conclusión de calidad planteada como un resultado de lo revisado poder ser clasificada por el factor de calidad relacionado con ella. El número de conclusiones planteadas y su severidad por el factor de calidad da una "frecuencia de defectos" que puede ser utilizado para la comparación con el tiempo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 3.6.3. Métricas Daniel L Moddy y Shanks

(SHANKS, 2003) (Shanks, 2003) Las métricas propuestas fueron desarrolladas y se basan en el marco para la evaluación del modelo de datos y la propuesta fue mejorada por Moody y Shanks (1994; 1998). El marco consta de cinco construcciones primarias y se resume por el modelo de entidad-relación.

El gran número de métricas también dio lugar a la sobrecarga de información para los REVISORES. En general, algunos autores consideraron que un pequeño pero importante conjunto de métricas era preferible tratar de medir todos los aspectos posibles de calidad. Esto se reflejó en el hecho de que, en cada ciclo de investigación, el número de métricas se dedujo el conjunto final de métricas fue menos del 20% del número de métricas propuso originalmente. Esto puede resaltar un elemento fundamental diferencia filosófica entre la investigación y la práctica:

La necesidad de integridad en la medición de la calidad del modelo de datos debe equilibrarse con la necesidad del método de medición para ser práctico y utilizable.

Un resultado útil de los estudios de investigación era aclarar cómo las diferentes métricas podrían ser utilizadas. Se identificaron tres posibles usos para las métricas:

1. Para mejorar la calidad del modelo (la calidad del producto)
2. Para elegir entre modelos alternativos (elección del modelo)
3. Para la comparación entre proyectos y con el tiempo para mejorar el proceso de modelado de datos (calidad de proceso).

Por ejemplo, contando el número de elementos de datos que faltan en el modelo (Métrica# 5) no proporciona información útil para mejorar el modelo. Para mejorar el

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

modelo, tenemos que saber qué elementos faltan (no sólo cuántos) y para incorporarlas en el modelo.

Tampoco es útil para la elección del modelo, como en la práctica, las opciones son generalmente requeridas entre los modelos que representan los mismos requisitos (semánticamente representaciones equivalentes). Sin embargo, este indicador es útil para la comparación en el tiempo, para identificar problemas potenciales en el proceso de modelado de datos (calidad del proceso). Sin embargo, sólo sería útil para la comparación si se estandariza a través de proyectos de ejemplo para, si se expresa como una proporción del tamaño del modelo.

Como otro ejemplo, conociendo el número de entidades en un modelo (Métrica 21) no proporciona información útil para la mejora de la calidad del modelo. Como un valor absoluto, no hay forma de saber si la complejidad es "alto" o "bajo" en relación con la complejidad del problema. Tampoco es un útil tal métrica para la comparación en el tiempo. Sin embargo, es útil para elegir entre alternativas (a elección del modelo): cuando hay dos representaciones alternativas de los requisitos, el más simple deben ser elegidos.

La identificación de cómo las métricas podrían utilizarse para mejorar el proceso de modelado de datos era una idea importante del estudio. La calidad del proceso se ha ignorado en gran medida en la investigación sobre la calidad del modelo de datos (Poels et al, 2002; Moody y Shanks, 2003) y no se considera explícitamente en la generación de las métricas. Sin embargo, de acuerdo a la Gestión de la Calidad Total (TQM), mejoras sostenibles en la calidad sólo puede lograrse mediante la modificación de los procesos para prevenir defectos (Deming, 1986).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

#### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo de investigación se toma como punto de partida los conceptos básicos de Entidad Relación como el modelo de primera relación-centrada de datos y se analizaron y compararon las teorías de varios autores.

Las mejoras y variaciones discutidas son relativamente pocas a la potencia del modelo, muchos de ellos son diferencias que reflejan las preferencias personales dibujar los diagramas. Estas propuestas pueden ayudar a tener un estándar para el diseño de diagramas RE de modo que un conjunto de símbolos podría ser utilizado por diseñadores de base de datos. Esto podría ser útil para los usuarios finales quienes pueden interactuar con muchos diseñadores pero que no le gustaría volver a aprender las anotaciones cada vez. Sin embargo, sigue siendo útil para la comprensión de la relación entre atributos durante las etapas de modelado conceptual y análisis.

La mayor contribución de los modelos extendidos es la generalización. Mientras que hay algunas diferencias en las definiciones y diagramas, ya que una jerarquía de clases y el concepto de herencia se utilizan para compartir o para separar atributos específicos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

### 5.1 CONCLUSIONES

En este trabajo se resalta que, en las últimas dos décadas se ha dado la transformación y evolución a una potente herramienta en el mundo de las bases de datos que es el modelo de entidad-relación RE. La cual ha ido progresando como una amplia técnica reconocida para el diseño y formulación de modelos de bases de datos, no obstante; el aporte dado por autores, docentes, desarrolladores y empresas ha sido significativo, la cual dependiendo de las necesidades de los usuarios. No se ha podido establecer un estándar de modelo definido en el momento de evaluar la eficiencia de uso.

Es importante disponer y conocer de métricas para evaluar modelos de bases de datos relacionales. Estas métricas pueden ser utilizadas como bases para futuras investigaciones, consultas y como punto de partida en la evaluación del modelo entidad relación en esquemas relacionales que tengan unos requisitos muy estrictos de mantenibilidad.

En este Proyecto hemos presentado una recopilación de una serie de propuestas para medir la complejidad de bases de datos relacionales, que vayan más allá de la sola teoría de la normalización. Estas métricas expuestas se han caracterizado por utilizar un conjunto de principios de la teoría de la medición.

También hay que tener en cuenta que la utilidad de las métricas mejoraría mucho si se diera un mayor conocimiento y guía clara en el momento de aplicación, diseño y evaluación de modelos relaciones en las bases de datos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## 5.2 RECOMENDACIONES

Dar a conocer las propuestas planteadas en este proyecto suministrará al investigador e interesados las diferentes herramientas conceptuales existentes para el análisis y construcción de bases de datos, al igual de una descripción detallada de las métricas que se podrán aplicar en la construcción de Bases de datos dependiendo de los requerimientos y necesidades de un usuario.

En el ámbito profesional, es necesario respaldar los conceptos referentes al modelo, diseño, análisis de metodologías para la construcción de bases de datos aplicadas en un software.

Para solucionar este tipo de inconvenientes con la información se pueden dar pautas de investigación y promover la consulta de trabajos existentes, además de la debida capacitación a la hora de hacer mediciones de calidad métricas.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

### 5.3 TRABAJO FUTURO

La idea de este trabajo de grado es suministrar información a los estudiantes e investigadores que se inquieten con el tema y que, adquiriendo las herramientas necesarias puedan implementar métricas para mejorar sus bases de Datos dentro de la creación y mejoramiento de un Software, además de recopilar nuevas propuestas sobre metodologías a la hora de evaluar la calidad y la eficiencia de bases de datos tanto a nivel empresarial como académico.

En un futuro este trabajo puede incluir nuevas métricas y modelos creados con este fin, además de actualizar los conocimientos en cuanto al diseño y construcción bases de datos en el campo laboral y académico.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A, O. (2002). *Specific relationship types in conceptual modeling: the cases of generic and with common participants, unpublished lecture*. España.
- Batini, C., Ceri, S., & Navathe, S. (1992). *Conceptual Database Design: An Entity-Relationship*. Massachusetts: Addison Wesley.
- Bertoa, M. F. (2002). *Un Marco Conceptual para la Definición y Explotación de métricas de calidad*. Malaga: Facultad Universidad de Malaga.
- BETINI, C., CERİ, S, & NAVATHE,S. (1992). *Conceptual databases design*. Redwood City.
- CARRIÓN, R. G. (2006). *Desarrollo de un conjunto de Métricas para pequeñas empresas desarrolladoras de Software*. Guayaquil: Revista Informática de Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- CHEN, P. (1976). *the entity-relationship model: Towards a united view of data, ACM trans. Database Systems* . Boston, EUA.
- CHERfi, S.-S. (2002). *Conceptual modelling quality*. Tampere.
- Costa, D. C. (2015). *Introducción al diseño de bases de datos*. Barcelona: UOC.
- CZEJDO, B., ELMASRI, R, RUSINKIEWICZ, D, & EMBLEY,D. (1990). *A graphical data manipulation language for an extended antity - relation ship model*.
- Ecured. (Maetes de Octubre de 2015). *Ecured*. Obtenido de Ecured: [http://www.ecured.cu/index.php/Diagrama\\_Entidad\\_Relaci%C3%B3n](http://www.ecured.cu/index.php/Diagrama_Entidad_Relaci%C3%B3n)
- F., S. (2006). *“Estudio comparativo de los modelos estandares de calidad del software*. Obtenido de Un Marco Conceptual para la Definición y Explotación de métricas de calidad: <http://www.lcc.uma.es/~av/Publicaciones/02/MarcoConceptualJISBD02.pdf>
- González, D. (2001). *Las métricas de software y su uso en la región*. Puebla: Revista Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas-Puebla.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

GRAY, R., CAREY,, B., McGLYNN, N., & PENGELLY, A. (1991). *Design metrics for database systems, BT Technology.*

Hohenstein, M., & Gogolla, A. (1988). *A calculus for an extended entity-relationship model incorporating arbitrary data operations a agregate funstion.* Roma.

HULL, R., & KING, R. (1987). *Sistematic database modelling .*

Keppel, G., & Scherfi, A. (1988). *Behavior-integrated entity-relationship approad for the desing of object-oriented databases.* Roma.

KESH, S. (1995). *Information and Software Technology. Evaluating the quality of entity relationship models.*

Laurens, Y. (2013). Modelo Conceptual de Datos. *Revista Informática Universidad Nacional Abierta de Venezuela, 20.*

MAES, A., & POELS, G. (2007). *Evaluating quality of conceptual modelling scripts based on user perceptions.*

MARKOWITZ, V., & SHOSHANI , A. (1992). *Representing extended entity-relationship structure in relational databases.*

MARKOWITZ, V., & SHOSHANI, A. (1992). *Representing extended entity-relationship structure in relational databases.*

Marquez, M. (2003). DISEÑO CONCEPTUAL DE BASES DE DATOS. *AD Comunica, 21.*

MOODY, D. (1998). *Seventeenth International Conference on Conceptual Modelling (E/R'98. Metrics for evaluating the quality of entity relationship models,.* Singapore.

Navathe, S., & Pillalamarri, M. (1988). *Toward making the ER approach object-orient.* Roma.

NAVATHE, S., ELMASRI, R., & LARSON, J. (1986). *Intergrating user views in database design.*

relación, M. E. (Maetes de Octubre de 2015). *Ecured.* Obtenido de Ecured: [http://www.ecured.cu/index.php/Diagrama\\_Entidad\\_Relaci%C3%B3n](http://www.ecured.cu/index.php/Diagrama_Entidad_Relaci%C3%B3n)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

SHANKS. (2003). *citeseerx*. Obtenido de citeseerx:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.109.1547&rep=rep1&type=pdf>

Shanks. (2003). *idi.ntnu*. Obtenido de idintnu:  
<http://www.idi.ntnu.no/~krogstie/publications/2013/ICISO/iciso-2013-art.pdf>

Teorey, T. (1999). *Database Modeling & Design. The Fundamental Principles (3ª ed.)*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, Inc.

Teorey, T., Yang, D, & Fry, J. (1986). *A logical desing methology for relatiuonal databases using the extended E-R model*.

Terms, S. G. (2006). *Medidas de Usabilidad de Componentes*. Obtenido de  
[http://en.gasq.org/fileadmin/user\\_upload/redaktion/en/Data/REQB\\_Standard\\_glossary\\_of\\_terms\\_used\\_in\\_Requirements\\_Engineering\\_1.0.pdf](http://en.gasq.org/fileadmin/user_upload/redaktion/en/Data/REQB_Standard_glossary_of_terms_used_in_Requirements_Engineering_1.0.pdf)

Valdés, D. P. (27 de Octubre de 2007). *MaestrosDe/Web*. Obtenido de MaestrosDelWed:  
<http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>

WERTZ, C. (1993). *Relational databases desing*.

WERTZ, C. (s.f.). *Relational databases desing*. 1993.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

FIRMA ESTUDIANTES

*Andrés Sandoval Torres*

*Johan Salazar A.*

FIRMA ASESOR

*Jorge Iván Bedoya*

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_\_\_

ACEPTADO \_\_\_\_\_

ACEPTADO CON  
MODIFICACIONES \_\_\_\_\_

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_