



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Somos Innovación Tecnológica con *Sentido Humano*

Unidad 2: Modelamiento de datos

Fundamentos y Diseño de Bases de Datos

Facultad de Ingenierías

ITM Institución Universitaria

Medellín

2020



SA-TSE-000001



SE-TSA-0001



Alcaldía de Medellín

Contenido

Elementos de contextualización 12

Introducción 12

Competencia..... 12

Indicadores de desempeño 13

Red de conceptos 13

1. Modelamiento entidad relación 14

1.1. Diagrama entidad relación 18

1.1.1. Entidad 21

1.1.2. Instancia 24

1.1.3. Instancia de entidad 24

1.1.4. Atributos 25

1.1.5. Tipos de Atributos..... 27

1.1.6. Atributos Claves 30

1.1.7. Relaciones 31

1.1.8. Grado de una relación 33

1.1.9. Participación total y parcial 38

1.1.10. Cardinalidad..... 40

1.1.11. Entidad débil y entidad fuerte..... 45

1.1.12. Ejemplos de diagrama entidad relación..... 49

1.2. Modelo entidad relación extendido 55

1.2.1. Herencia 58

1.2.2. Especialización y generalización 60

1.2.3. Especialización..... 62

1.2.4. Generalización 64

1.2.5. Restricciones sobre la especialización o generalización..... 67

1.2.6. Agregación 72

2. Modelado Racional 78

2.1. ¿Qué es una tabla? 80

2.2. Campos 81

2.4. Dominio de un campo 84

2.5. Claves primarias, candidatas y foráneas..... 85

2.6. Reglas de mapeo del modelo entidad relación al modelo relacional 87

2.6.1. Regla #1: identificar las entidades fuertes..... 88

2.6.2. Regla #2: identificar las entidades débiles y sus relaciones con las entidades fuertes 89

2.6.3. Regla #3: identificar los atributos compuestos en cada una de las entidades..... 90

2.6.4. Regla #4: identificar atributos multivalorados en las entidades 91

2.6.5. Regla #5: identificar los atributos derivados 92

2.6.6. Regla #6: identificar los atributos de las relaciones entre entidades 93

2.6.7. Regla #7: identificar las relaciones entre entidades que presenten cardinalidad de uno a varios. 94

2.6.8. Regla #8: identificar las relaciones entre entidades que presenten cardinalidad de varios a varios en relaciones de grado 2 o superior 97

2.6.9. Regla #9: identificar las relaciones entre entidades que presentan cardinalidad de uno a uno..... 98

2.6.10. Regla #10: identificar las relaciones de grado 3..... 99

3. Álgebra Relacional..... 107

| | |
|---|------------|
| 3.1. ¿Para qué sirve el álgebra? | 110 |
| 3.2. Operaciones del álgebra relacional | 110 |
| 3.2.1. Operación selección | 114 |
| 3.2.2. Operación proyección | 116 |
| 3.2.3. Operación renombrar | 118 |
| 3.2.4. Operación unión | 120 |
| 3.2.5. Operación diferencia | 122 |
| 3.2.6. Operación producto cartesiano | 124 |
| 3.2.7. Operación de intersección | 129 |
| 3.2.8. Operación reunión natural | 131 |
| 3.2.9. Operación División | 134 |
| Referencias bibliográficas | 141 |
| Lecturas complementarias | 146 |
| Fin de la unidad | 147 |
| Créditos | 148 |

Lista de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Entidad | 21 |
| Tabla 2. Instancia de la entidad Paciente | 25 |
| Tabla 3. Atributos | 26 |
| Tabla 4. Dominios | 26 |
| Tabla 5. Notaciones para atributos | 29 |
| Tabla 6. Relaciones | 31 |
| Tabla 7. Razón de participación | 39 |
| Tabla 9. Notación para cardinalidad | 42 |
| Tabla 10. Relación entre modelos | 79 |
| 2.3. Tuplas | 82 |
| Tabla 11. Operadores lógicos | 109 |
| Tabla 12. Tabla Regiones Col. | 111 |
| Tabla 14. Tabla finca. | 112 |
| Tabla 16. Turista | 113 |
| Tabla 17. Valoración | 113 |
| Tabla 18. Selección | 114 |
| Tabla 19. Selección- Asesor tres tuplas | 115 |
| Tabla 20. Selección-Asesor dos tuplas-sección | 115 |
| Tabla 21. Selección-Finca, no cumple condición-sección | 116 |
| Tabla 22. Selección-Finca, lista una tupla que cumple la condición | 116 |
| Tabla 23. Proyección | 116 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 24. Proyección-Datos del asesor | 117 |
| Tabla 25. Proyección-Parte A..... | 117 |
| Tabla 26. Proyección-Parte B | 118 |
| Tabla 27. Renombrar..... | 118 |
| Tabla 28. Renombrar-Tabla Asesor – Parte A..... | 119 |
| Tabla 29. Renombrar- Asesor_xcomisión. Parte B..... | 119 |
| Tabla 30. Unión..... | 120 |
| Tabla 31. Unión – Propietario-Parte A | 121 |
| Tabla 32. Unión-Turista- Parte A..... | 121 |
| Tabla 33. Unión-Propietario-Parte B | 122 |
| Tabla 34. Diferencia..... | 122 |
| Tabla 35. Operación diferencia. Parte B..... | 123 |
| Tabla 36. Producto cartesiano..... | 124 |
| Tabla 37. Producto cartesiano-Regiones..... | 126 |
| Tabla 38. Producto cartesiano-Asesor | 126 |
| Tabla 39. Producto cartesiano- Región-Asesor..... | 127 |
| Tabla 40. Producto cartesiano-Región Caribe1 | 128 |
| Tabla 41. Producto cartesiano-Región Caribe 2 | 128 |
| Tabla 43. Intersección..... | 129 |
| Tabla 44. Intersección-Propietario parte A..... | 130 |
| Tabla 45. Intersección-Turista-parte A | 130 |
| Tabla 46. Intersección-Propietario parte B..... | 131 |
| Tabla 47. Intersección-Turista proyectada parte B | 131 |
| Tabla 48. Reunión natural | 131 |
| Tabla 50. Reunión Natural- Asesor | 133 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 53. División..... | 134 |
| Tabla 57. Tabla 2-Código Asesor- Parte B..... | 138 |
| Tabla 58. Tabla 1-Código finca-Código Asesor- Parte B..... | 138 |
| Tabla 59. Elementos de la tabla 1 y tabla 2-Parte C..... | 139 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 8. Ejemplo de un diagrama conceptual que representa una casa. | 15 |
| Figura 9. Ejemplo de un diagrama lógico que representa una casa. | 16 |
| Figura 10. En la estructura de datos, o en el SGBD. | 16 |
| Figura 11. Diagrama Entidad Relación. | 18 |
| Figura 12. Elementos del diagrama Entidad-Relación. | 20 |
| Figura 13. Tipo de entidad. | 23 |
| Figura 14. Conjunto de entidades. | 24 |
| Figura 15. Atributos compuestos. | 28 |
| Figura 16. Atributos claves. | 30 |
| Figura 17. Relación entre entidades. | 32 |
| Figura 18. Entidades Cliente y Cuenta. | 33 |
| Figura 19. Figura Relación reflexiva. | 34 |
| Figura 20. Roles en la relación reflexiva. | 34 |
| Figura 21. Relación reflexiva en la entidad Película. | 35 |
| Figura 22. Relación binaria. | 35 |
| Figura 23. Grado de relación ternaria. | 36 |
| Figura 24. Relación ternaria. | 37 |
| Figura 25. Relación ternaria de entidades. | 37 |
| Figura 26. Razón de cardinalidad. | 38 |
| Figura 27. Participación total y parcial. | 39 |
| Figura 28. Notación para cardinalidad. | 40 |

| | |
|---|----|
| Figura 29. Tipos de cardinalidad. | 41 |
| Figura 30. Relación de uno a uno. | 42 |
| Figura 31. Cardinalidad 1:1. | 43 |
| Figura 32. Cardinalidad de uno a muchos. | 44 |
| Figura 33. Relación de uno a varios. | 44 |
| Figura 34. Cardinalidad 1:N. | 45 |
| Figura 35. Entidad débil. | 46 |
| Figura 36. Entidad débil o asociativa. | 47 |
| Figura 37. Dependencia por existencia. | 47 |
| Figura 38. Dependencia por identidad. | 48 |
| Figura 39. Atributo identificador clave. | 48 |
| Figura 40. Ejemplo del Modelo Entidad – Relación. | 49 |
| Figura 41. Notaciones del modelo entidad relación. | 50 |
| Figura 42. Rol entidad Empleado. | 52 |
| Figura 43. Tipo de Entidad. | 52 |
| Figura 44. Diagrama entidad relación. | 53 |
| Figura 45. Entidades fuertes y débiles. | 54 |
| Figura 46. Diagrama entidad relación básico. | 55 |
| Figura 47. Diagrama entidad relación extendido. | 56 |
| Figura 48. Notaciones diagrama entidad relación extendido. | 57 |
| Figura 49. Herencia. | 58 |
| Figura 50. Atributos de la superclase. | 59 |
| Figura 51. Generalización y especialización. | 60 |
| Figura 52. Entidad padre y entidad hija. | 61 |
| Figura 53. Atributos heredados. | 61 |

| | |
|--|----|
| Figura 54. Especialización. | 62 |
| Figura 55. Relación ISA. | 63 |
| Figura 56. Generalización. | 64 |
| Figura 57. Entidad de nivel superior e inferior. | 65 |
| Figura 58. Restricciones diagrama E-R. | 68 |
| Figura 59. Restricciones en especialización o generalización. | 68 |
| Figura 60. Restricción total con exclusividad. | 70 |
| Figura 61. Restricción total con solapamiento. | 71 |
| Figura 62. Restricción parcial con exclusividad. | 71 |
| Figura 63. Restricción parcial con solapamiento. | 72 |
| Figura 64. Agregación. | 73 |
| Figura 65. Entidad agregada o compuesta. | 73 |
| Figura 66. Universo del discurso. | 76 |
| Figura 67. Estructura de la tabla. | 81 |
| Figura 68. Campos o atributos. | 82 |
| Figura 69. Tuplas. | 83 |
| Figura 70. Tabla Producto Fuente: Alejandro (2012). | 83 |
| Figura 71. Dominios de atributos. | 84 |
| Figura 72. Tipos de claves. | 85 |
| Figura 73. Clave foránea..... | 87 |
| Figura 74. Conversión del modelo MER al MR. | 88 |
| Figura 75. Modelo MER y MR. | 89 |
| Figura 76. Identificar entidades débiles. | 90 |
| Figura 77. Atributos multivalorados. | 92 |
| Figura 78. Atributos de las relaciones. | 93 |

| | |
|---|-----|
| Figura 79. Relaciones entre entidades. | 95 |
| Figura 80. Transformación del modelo MER al MR. | 96 |
| Figura 81. Relaciones de grado 2. | 97 |
| Figura 82. Transformar relaciones. | 99 |
| Figura 83. Relaciones de grado 3..... | 100 |
| Figura 84. Transformación tabla Documento. | 101 |
| Figura 85. Mapeo de MER a MR. | 103 |
| Figura 86. Ejemplo del Modelo Entidad – Relación..... | 104 |
| Figura 87. Ejemplo Modelo Relacional..... | 104 |
| Figura 88. Relación de tablas en álgebra relacional. | 107 |
| Figura 89. Operaciones básicas del álgebra relacional. | 109 |
| Figura 90. Operación diferencia..... | 123 |
| Figura 91. Operación producto cartesiano..... | 125 |
| Figura 92. Reunión Natural..... | 132 |
| Figura 93. Operación División. | 135 |
| Figura 94. Ejemplo operación División. | 136 |

Elementos de contextualización

Introducción

Desde la interpretación del universo del discurso, el modelamiento de datos reconoce los elementos que integran los modelos conceptuales y modelos relacionales, para proponer el diseño de bases de datos relacionales. Es así, como el modelo entidad relación, conformado por entidades, relaciones y atributos, contextualiza los requerimientos del usuario desde las habilidades de los analistas como usuarios de bases de datos relacionales en el nivel conceptual.

Posteriormente, se contrastan los componentes del modelo entidad relación con los del modelo relacional, al iniciar por el mapeo o transformación de un modelo al otro para la manipulación de los datos, mediante las diferentes operaciones del álgebra relacional, que es la base del lenguaje de consulta estructurado SQL.

En el proceso de aprendizaje, se invita a indagar por las necesidades de los emprendedores y organismos de la economía naranja de la actividad de turismo y patrimonio cultural, de su entorno local, regional, nacional o internacional; y brindar una visión de las diferentes alternativas en la solución de problemas ofrecidas del mini mundo de las empresas para el diseño de bases de datos relacionales.

Competencia

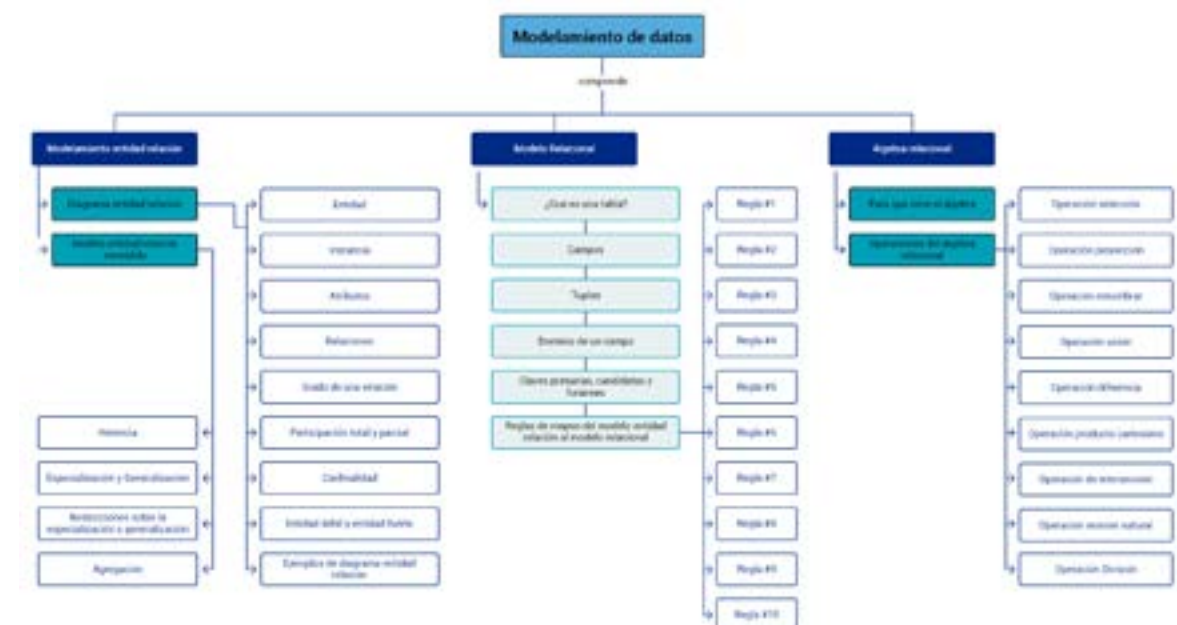
Diseña, en forma eficiente, bases de datos relacionales que permitan darle un uso óptimo a través de aplicaciones que se necesiten implementar con manipulación de datos.

Indicadores de desempeño

El estudiante:

- Identifica los elementos del modelamiento de datos.
- Relaciona el modelo conceptual y el modelo lógico en el diseño de base de datos relacionales.
- Implementa el modelamiento de datos en modelos conceptuales y relacionales, de acuerdo con los requerimientos del usuario.
- Diferencia el modelado de datos a nivel conceptual y nivel lógico, mediante el mapeo del modelo entidad relacional al modelo relacional.
- Selecciona operaciones del álgebra relacional para la manipulación de datos en el contexto de esquemas de base de datos relacionales.
- Propone modelos conceptuales y lógicos, desde el contexto del universo del discurso.

Red de conceptos



1. Modelamiento entidad relación

En el contexto de los niveles de abstracción de datos, conformados por el nivel físico, lógico y vistas, es en el nivel lógico donde el analista diseña la base de datos a partir de los requerimientos presentados por la empresa, desde el universo del discurso.

¿Qué es un modelo de datos?

- Es una definición lógica, independiente y abstracta de los objetos, operadores y demás que en conjunto constituyen la máquina abstracta con la que interactúan los usuarios. Los objetos nos permiten modelar la estructura de los datos. Los operadores nos permiten modelar su comportamiento (Date, 2001, pág. 14).

De acuerdo con Ricardo (2009) "Un modelo de datos es una colección de herramientas que usualmente incluyen un tipo de diagrama y vocabulario especializado para describir la estructura de la base de datos" (pág. 70).

Por consiguiente, los diagramas son herramientas de diseño para el modelado de datos, entre ellos el modelo conceptual y el modelo lógico, así:

- **Modelo Conceptual:**

Un modelo conceptual "puede ser fácilmente entendible por cualquier persona ya que tan solo muestra una aproximación inicial de lo que se está modelando" (MinTic, s.f.). Es un modelo basado en objetos, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 8. Ejemplo de un diagrama conceptual que representa una casa.

Fuente: Currículos exploratorios en TIC (s. f.). Recuperada de: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n2g10_pweb1/nivel2/web1/unidad1/leccion4.html

Según Ricardo (2009), un buen diseño del modelo conceptual:

- Refleja fehacientemente las operaciones de la organización.
- Es lo bastante flexible para permitir cambios conforme surjan nuevas necesidades de información.
- Apoya muchas visiones de usuario diferentes.
- Es independiente de la implementación física.
- No depende del modelo de datos usado por un sistema de gestión de base de datos particular (pág. 54).
- **Modelo Lógico**

El modelo lógico "describe el sistema de manera más específica y se acerca mucho más a la realidad. Este modelo puede ser menos entendible para una persona común pero si por el experto en el área" (MinTic, s.f.). Es un modelo basado en registros. Como se muestra a continuación.



Figura 9. Ejemplo de un diagrama lógico que representa una casa.

Fuente: Currículos exploratorios en TIC (s. f.). Recuperada de: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n2g10_pweb1/nivel2/web1/unidad1/leccion4.html

El modelo lógico se realiza después del modelo conceptual, el cual permite modificar el diseño o mapeo del modelo lógico, cuando se presentan cambios en las necesidades del usuario, de la empresa y su entorno, en la estructura de datos, o en el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD).

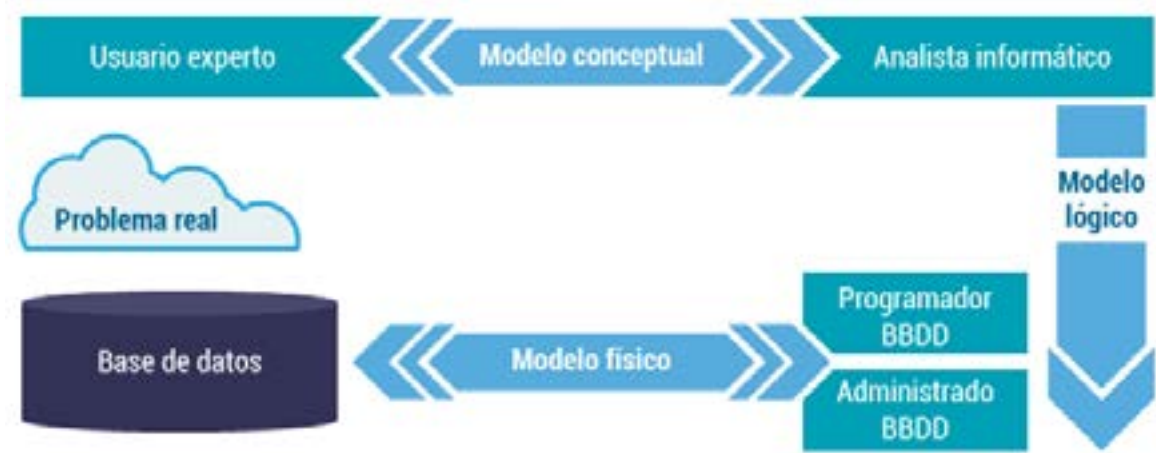


Figura 10. En la estructura de datos, o en el SGBD.
Fuente: Vélez de Guevara (2019).



¡Importante!

Ten presente las siguientes conceptualizaciones que determinan el modelamiento de datos.

| | |
|--|---|
| Para diferenciar que es el mundo real del universo del discurso, se presenta los conceptos ofrecidos por Ricardo (2009). | "La empresa puede ser una "corporación, agencia gubernamental, universidad, banco, casa de corretaje, escuela, hospital u otra organización que en verdad exista en el mundo real" (pág. 51). |
| | "La parte del mundo real que se representará en la base de datos se llama minimundo o universo de discurso" (pág. 51). |

| | |
|--|---|
| Según Korth el modelado de datos es "una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, las relaciones, la semántica y las restricciones de consistencia" (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, p. 28). | "El modelo de datos entidad-relación (E-R) está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos, llamados entidades, y de relaciones entre estos objetos" (p. 28). |
| | "La estructura lógica general de una base de datos se puede expresar gráficamente mediante un diagrama ER, que consta de: rectángulos, elipses, rombos y líneas" (p. 28). |

| | |
|---|--|
| Según Bedoya Restrepo, en el Módulo 2 del Modelo Entidad / Relación (2013), es importante comprender: | La semántica de los datos es "a través de la correcta elaboración del modelo, lograremos comprender el significado, dentro del contexto en el cual se va a ubicar, de cada uno de los datos involucrados en el problema" (pág. 2). |
| | La semántica de los datos es "a través de la correcta elaboración del modelo, lograremos comprender el significado, dentro del contexto en el cual se va a ubicar, de cada uno de los datos involucrados en el problema" (pág. 2). |

1.1. Diagrama entidad relación

El modelo entidad relación, presentado en la próxima figura, fue creado por Peter Chen en 1976, se usa en el diseño conceptual de bases de datos relacionales y se fundamenta en la percepción del mundo real.

- El modelo entidad-relación es referenciado con frecuencia como el diagrama entidad-relación, el cual es una herramienta para el modelado de datos, donde se describen las entidades que conforman la base de datos, sus atributos y las relaciones entre las entidades.
- El modelado de datos usa un método gráfico para generar el diagrama que describe la estructura conceptual de la base de datos; mediante un conjunto de notaciones y símbolos para definir las entidades, atributos y relaciones.

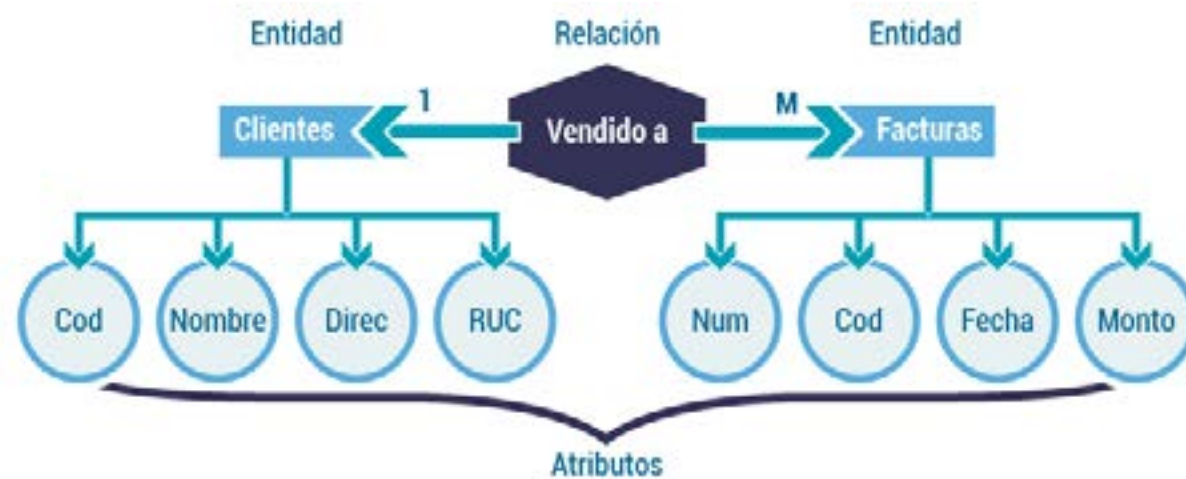


Figura 11. Diagrama Entidad Relación.

Fuente: Ingeniería de Sistemas (2004). Recuperada de: <https://www.angelfire.com/ult/sistemas/bd1/>

[modeloer.html](#)



Observa que...

Te invito a que explores el siguiente video el cual permite observar la conceptualización del modelo entidad relación

[Eliezer De León]. (16 de noviembre de 2018). Modelo entidad - relación (conceptos básicos) [Archivo de video]. <https://youtu.be/I5PDQtUVye8>

El modelo entidad-relación propuesto por Chen, define los tipos de la relación entre las entidades mediante reglas de integridad, donde “una restricción importante es la correspondencia de cardinalidades, que expresa el número de entidades con las que otra entidad se puede asociar a través de un conjunto de relaciones” (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 6). El modelo Entidad Relación (E-R), se presenta en diferentes simbologías, que permitan al analista dar el contexto de los requerimientos del usuario, así como se muestra en esta figura:

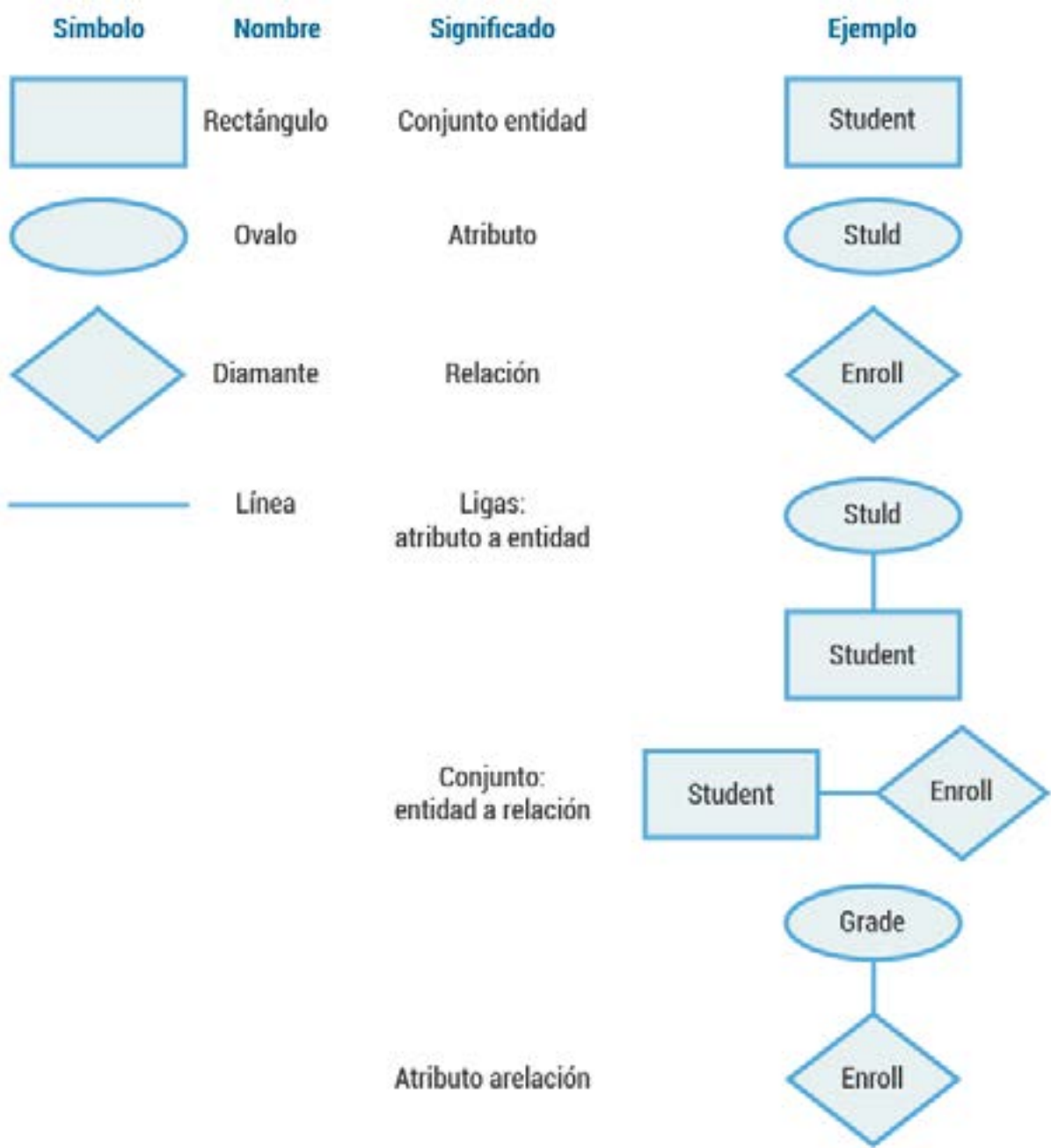


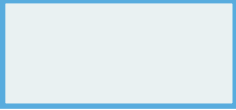
Figura 12. Elementos del diagrama Entidad-Relación.

Fuente: Ricardo (2009). Recuperada de <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Bases%20de%20datos.pdf>

1.1.1. Entidad

Una entidad contiene propiedades, características o atributos que la describen y definen con existencia independiente. Por consiguiente, son objetos o cosas del mundo real que están de manera física o tangible, como: persona, animal, auto, estudiante, producto, deportista, empleado. También se definen de manera intangible, conceptual o abstracta, como un curso, un puesto de trabajo, una asignatura o el nombre de una empresa.

Tabla 1. Entidad

| Elemento del modelo | Notación o símbolo del diagrama entidad relación |
|---------------------|--|
| Entidad | <div></div> <p>Dentro del rectángulo, se coloca el nombre de la entidad como sustantivos: persona, producto, estudiante, profesor, entre otros.</p> |

Elaboración propia (2020).

El Sistema Nacional de Acreditación está conformado por:

- Las entidades, se describen mediante sus atributos y se concretan mediante relaciones.
- Toda entidad debe contender como mínimo dos atributos.
- Para identificar las entidades, se toma la descripción de la organización desde los requerimientos del usuario, lo que se conoce como mini mundo o el universo del discurso.
- Por ejemplo: la entidad Cliente tiene las características de: identificación, nombres, apellidos, fecha de nacimiento, número de contacto, dirección, una reserva a un evento, entre otros.

En secuencia, desde el modelo de entidad relación propuesto por Chen (1976), se define:

- **Entidad**

- “Una entidad tiene un conjunto de propiedades, y los valores para algún conjunto de propiedades pueden identificar una entidad de forma unívoca.” Según (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 19).

Ejemplo:

Entidades físicas o tangibles:

- Un viaje
- Una cita médica
- Una asignatura
- Puesto de trabajo

Cada entidad tiene un conjunto de propiedades, características, atributos y valores que le permite ser diferenciada de otra entidad de manera unívoca.

- **Tipo entidad**

“ Al aplicar abstracción es posible identificar las propiedades comunes de las instancias de entidades que son de interés en la base de datos y definir un tipo de entidad, que es una representación en el modelo de datos de una categoría de entidades” (Ricardo, 2009, pág. 89).

En este contexto, Chen definió el tipo de entidad en el modelo entidad relación, lo que en un lenguaje más informal se conoce como entidad, para diversos autores. Las entidades, se agrupan por tipos, lo que se llama conjunto entidad. Es una abstracción de las entidades, no se modelan los individuos.

- **Ejemplo:**

Todas las personas que realizan un viaje en un crucero y comparten las mismas características o propiedades, definen el Tipo de entidad “Personas”.

- **Sucursal** → el conjunto de todas las sucursales de un banco determinado.
Atributos: **nombre-sucursal, ciudad-sucursal, activo**
- **Cliente** → el conj. de todas las personas que tienen una cuenta en el banco.
Atributos: **nombre-cliente, seguridad-social, calle, ciudad-cliente**
- **Empleado** → el conjunto de todas las personas que trabajan en el banco.
Atributos: **nombre-empleado, número-teléfono**
- **Cuenta** → el conjunto de todas las cuentas que mantiene en el banco.
Atributos: **número-cuenta, saldo**

Figura 13. Tipo de entidad.

Fuente: Departamento de Sistemas e Información (s. f.). Recuperada de: https://www.dsi.fceia.unr.edu.ar/downloads/base_de_datos/ModeloEntidadRelacion.pdf

- **Conjunto de entidades**

Según Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002), es un grupo de entidades del mismo tipo que comparten propiedades, o atributos.

Ejemplo:

Todas las personas que realizan un viaje en un crucero comparten la mismas características o atributos: nombre, edad, país, idioma. Es decir, la totalidad de las entidades (Carmen, Pedro, Teresa, Manuel, Leire, Gadea, Germán), son del mismo tipo que comparten las mismas características, atributos o propiedades (nombre, edad, país, idioma) y conforman el conjunto de entidades Personas.

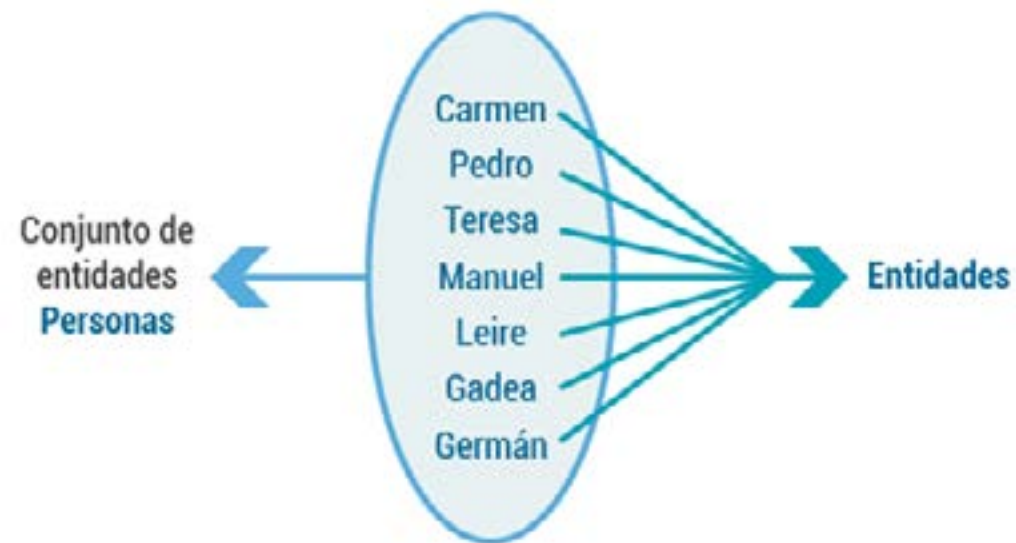


Figura 14. Conjunto de entidades.

Fuente: JorgeSanchez.net (s. f.). Recuperada de: <https://jorgesanchez.net/manuales/gbd/entidad-relacion-web-resources/image/1.png>

1.1.2. Instancia

De acuerdo con Ricardo (2009), una instancia, un conjunto, una extensión o un ejemplar se definen como el tipo de entidad que está determinada por las instancias de entidad, las cuales permiten ser agrupadas de acuerdo con unas características similares.

1.1.3. Instancia de entidad

Para Bedoya (2013), la instancia de entidad representa los datos particulares incluidos en ella, los cuales son definidos como registros.

Para la entidad "personas", se tiene las características denominadas nombre, edad, país, idioma.

Las instancias de un tipo de entidad *personas*, son:

Nombre, edad, país, idioma.

Pedro, 33, Colombia, español.

Carmen, 19, Inglaterra, inglés.

Teresa, 45, Alemania, alemán.

La instancia de la entidad, es cada uno de los valores que toma la entidad *personas* en un momento específico. Son los elementos o ejemplares del conjunto entidades. Es decir, el tipo de entidad "Personas" tiene tres instancias de entidad.

En la siguiente tabla se presenta este ejemplo, donde se tienen cuatro instancias de la entidad "paciente":

Tabla 2. Instancia de la entidad Paciente


| Instancias de la entidad PACIENTE | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Cédula-Paciente | Nombre-Paciente | Edad-Paciente | Teléfono-Paciente |
| 45.520.520 | Juan Carlo Mora | 35 | 3115429652 |
| 17.540.960 | Ana María Mesa | 19 | 2589645 |
| 36.850.890 | Julián Pedroza | 65 | 3155206325 |
| 98.547.520 | Ligia Tabares | 29 | 2694530 |

Fuente: Bedoya Restrepo (2013).

1.1.4. Atributos

Los atributos, son las características o propiedades que describen a cada entidad en un conjunto de entidades del mismo tipo, tal como se presenta a continuación.

Tabla 3. Atributos

| Elemento del modelo | Notación o símbolo del diagrama entidad relación |
|---------------------|---|
| Atributos |  <p>Dentro del círculo o elipse, se coloca el nombre del atributo y se une a la entidad que describe. El atributo principal que identifica la entidad se subraya. Un atributo está conformado por: nombre, valor y dominio.</p> |

Elaboración propia (2020).

Por ejemplo: en un hospital, la base de datos puede contener las entidades: *paciente, enfermera, medicamento, cita e historia clínica*. Cada una de las entidades está conformada por los atributos, los cuales tienen sus propios valores para identificarlos y diferenciarlos de las otras entidades que pueden tener algunos atributos en común, pero no todos.

El dominio, es el rango de valores asignado a un atributo y ayuda a la integridad de los datos, es decir, el tipo de dato según la restricción de su valor para ser almacenado en la base de datos, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Dominios

| ATRIBUTOS | | | |
|-------------|---------------------------------|------------------------|----------------|
| Entidad | Nombre | Dominio | Valor |
| Paciente | • Cédula-Paciente | • Número de 8 dígitos | • 98541785 |
| | • Nombre-Paciente | • Hasta 30 caracteres | • Juan Pérez |
| | • Edad-Paciente | • Número de 3 dígitos | • 54 |
| | • Sexo-Paciente | • M o F | • M |
| Enfermera | • Código-Enfermera | • Alfanumérico (4) | • 30B5 |
| | • Nombre-Enfermera | • Hasta 30 caracteres | • Ana López |
| | • Teléfono-Enfermera | • Número de 10 dígitos | • 3105159073 |
| | • Dirección-Enfermera | • Hasta 35 caracteres | • Calle 6 4-10 |
| Medicamento | • Número-Lote | • Alfanumérico (6) | • 600LAB |
| | • Nombre-Medicamento | • Hasta 30 caracteres | • Dolex |
| | • Nombre-Laboratorio-Fabricante | • Hasta 30 caracteres | • Quifarma |
| | • Fecha-Elaboración | • Dd/mm/yyyy | • 12/08/2005 |

| Entidad | Nombre | Dominio | Valor |
|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| Cita | • Fecha-Cita | • Dd/mm/yyyy | • 15/04/2006 |
| | • Hora-Iniciación-Cita | • Hh:mm | • 09:30 |
| | • Hora-Finalización-Cita | • Hh:mm | • 10:05 |
| | • Número-Consultorio | • Número de 3 dígitos | • 303 |
| Historia clínica | • Número-Historia | • Número de 3 dígitos | • 502 |
| | • Fecha-Elaboración | • Dd/mm/yyyy | • 19/09/2004 |
| | • Síntoma-Presentados | • Hasta 1000 caracteres | • Mareos |
| | • Fecha-Primera-Revisión | • Dd/mm/yyyy | • 20/09/2004 |

Fuente: Bedoya Restrepo (2013).

1.1.5. Tipos de Atributos

En el modelo entidad relaciones es obligatorio elegir un atributo clave para cada entidad. Los atributos se clasifican en:

- **Simple**s o **compuestos**: son tipos de atributos excluyentes entre sí.
- **Almacenados** o **derivados**: son tipos de atributos excluyentes entre sí.
- **Univalorados** o **multivalorados**: son tipos de atributos excluyentes entre sí.
- **Nulos**

A continuación, se desglosan cada uno de los atributos.

Simples o **atómicos**: un atributo no se logra dividir en más valores, es decir, es atómico. Por ejemplo: número de identificación, genero, código del empleado.

Compuestos: un atributo está conformado o compuesto por varios valores, con significados propios y relacionados. Por ejemplo: la fecha de ingreso a la empresa está conformado por tres valores: mes, día y año; la dirección del empleado la conforman: la calle, carrera o transversal, barrio, ciudad, departamento y país.

● **Atributos compuestos**

- Pueden dividirse en otros con significado propio



- Valor compuesto = concatenación de valores de componentes

Figura 15. Atributos compuestos.

Fuente: Sánchez (2010). Recuperada de <https://es.slideshare.net/johanasanchez24/modelo-entidad-relacion>

Almacenados: es el valor guardado en el atributo, por ejemplo, de la entidad Cliente el atributo NúmeroHijos contiene el valor correspondiente.

Derivados: el valor del atributo se genera de la información existente contenida en otro atributo o entidades relacionadas, por ejemplo: tiempo del empleado en la empresa, se calcula a partir de la fecha de ingreso o realización del contrato laboral que está almacenado en el atributo FechaIngresoEmpleado. O por medio de una entidad relacionada, si se desea conocer el número de transacciones realizadas al mes por un cliente a su cuenta de ahorros.

Se debe tener cuidado de no generar redundancia o dependencia de datos con los atributos derivados. Además, estos se pueden combinar con las demás categorías de atributos, así:

- Atributo simple y derivado.
- Atributo compuesto y derivado.
- Atributo univalorado y derivado.
- Atributo multivalorado y derivado.

Univalorados o Monovalorados: solo contienen un valor en la entidad, por ejemplo: nacionalidad del estudiante, fecha de nacimiento.

Multivalorados: un atributo puede contener varios valores en la entidad, por ejemplo, el correo electrónico del empleado puede estar conformado por: correo personal y correo institucional; teléfono del estudiante; puede estar conformado por diferentes números de celulares, como: NumCelEstudiante1, NumCelEstudiante2, NumCelEstudiante3.

Nulos u opcionales:



los atributos candidatos deben contener un valor y no pueden ser nulos. Se puede presentar en atributos con la propiedad de ser nulos porque el valor no es requerido por otro atributo o no se conoce su información y se puede obtener en otro momento para la actualización respectiva.

Por consiguiente, el valor cero es una cantidad medible, un número real. Por ejemplo: un empleado tiene cero hijos.

El valor nulo indica, que se desconoce o no se especifica el valor del atributo en el momento de realizar el registro y posteriormente, se puede actualizar. **Por ejemplo:** número de hijos del empleado, puede ser nulo porque al momento de realizar el registro no se conoce si el empleado tiene hijos o cuántos hijos puede tener.

Los siguientes atributos presentan la notación o símbolo del diagrama entidad relació:

Tabla 5. Notaciones para atributos

| | |
|---|---|
|  <p>Un atributo derivado se representa como la elipse con el borde de la línea punteada:</p> |  <p>Un atributo con valores múltiples o multivalorado, se representa como la elipse con doble línea del borde:</p> |
|---|---|

Elaboración propia (2020).

1.1.6. Atributos Claves

Las claves permiten identificar, de manera única e inequívoca, una entidad en su conjunto de entidades. Es el analista el que elige los atributos relevantes, entre los cuales define las claves candidatas de cada una de las entidades. Por consiguiente, un atributo principal o clave de entidad, es el que se identifica, de manera única, para cada instancia de la entidad. Por ejemplo: *identificación del empleado, número de placa del carro, número de pasaporte*. Las claves de entidad se clasifican en superclave, clave candidata o clave primaria, como se observa en la próxima figura y se detalla a continuación:

- **Superclave o clave compuesta:** conformada por uno o varios atributos que permiten definir de manera conjunta y unívoca cada instancia de una entidad. Por ejemplo: los atributos DNI, Num_Matricula o DNI+Nombre, pueden ser la superclave de la entidad Alumnos, cualquiera de las tres superclaves dan el mismo significado para identificar de manera única las instancias de la entidad.
- **Clave candidata:** son los atributos con las propiedades o características para ser superclave, una entidad puede tener varias claves candidatas para facilitar el acceso a la información de la entidad. Además, está conformada por el mínimo número de atributos:

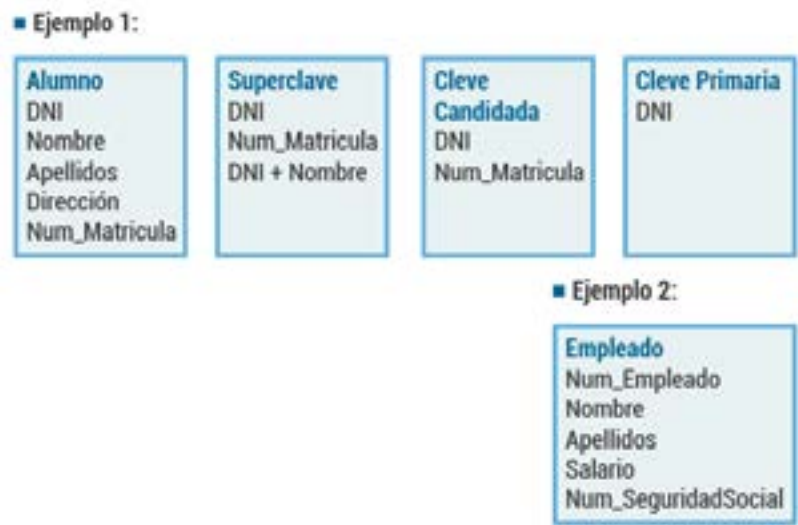


Figura 16. Atributos claves.


Fuente: Lucho (2015). Recuperada de: <https://image.slidesharecdn.com/elmodeloentidadrelacion-150414165112-conversion-gate01/95/el-modelo-entidadrelacion-7-638.jpg?cb=1429048328>

- **Clave primaria:** es seleccionada del conjunto de las claves candidatas, permite identificar, de manera particular, la entidad en sus instancias, es decir tiene un significado o interpretación de manera única. Es selecciona por el analista, de acuerdo con los requerimientos brindados por el usuario.
- **Claves en relaciones:** se puede presentar que una relación requiera de claves primarias de los conjuntos de entidades que hacen parte de la relación y esté conformada por los atributos descriptivos de esta.
- **Atributo descriptivo:** en la relación entre entidades, se pueden presentar atributos descriptivos que brinden propiedades o características necesarias que se asocian a una entidad. Por consiguiente, “un conjunto de relaciones tiene atributos descriptivos que pertenecen a la relación en vez de alguna de las entidades involucradas” (Ricardo, 2009, pág. 93). Por ejemplo: la relación “presta” tiene dos atributos descriptivos “fechaEntrega” y “fechaPrestamo”, para indicar la fecha en la cual se realiza el préstamo del libro al usuario o la fecha de entrega.

1.1.7. Relaciones

Una relación, permite definir una dependencia, vinculo, interacción, correspondencia o asociación entre las instancias de entidades de acuerdo con la situación presentada en el mundo real.

Tabla 6. Relaciones

| Elemento del modelo | Notación o símbolo del diagrama entidad relación | |
|---------------------|---|--|
| Relaciones |  | Dentro del rombo o diamante, se coloca el nombre de la relación, el cual une o asocia a una o más entidades. Se nombra mediante verbos en infinitivo que expresen la acción de relación entre las entidades, por ejemplo: Prestar, trabaja en, vive en, asistir. |

Elaboración propia, 2020

Por ejemplo: en el conjunto de relaciones alumno y asignatura, todas las relaciones alumno-asignatura permiten extraer la información de los alumnos y las asignaturas asignadas, por consiguiente, se presenta la participación del conjunto de entidades en la relación:

- El estudiante "Ana López" estudia la asignatura "Base de datos".
- La asignatura "Bases de datos" es estudiada por el alumno "Ana López".

En la próxima figura se observa la entidad "alumno", la cual se asocia con la entidad "asignatura", mediante la relación **"Estudia"**:

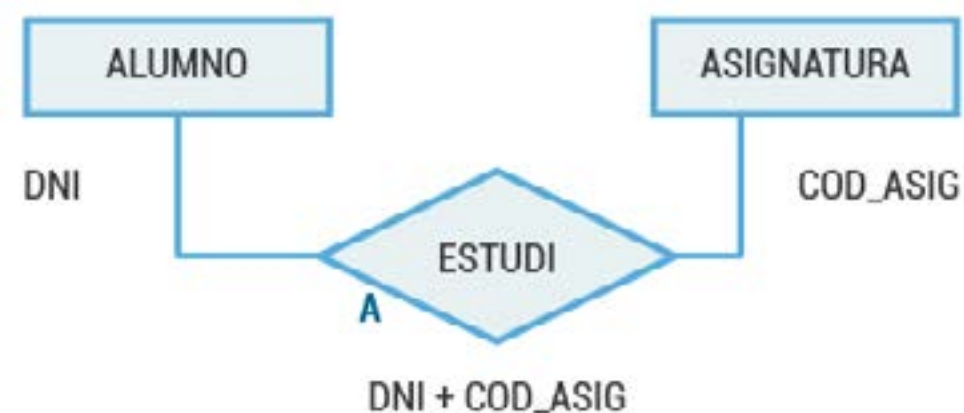


Figura 17. Relación entre entidades.

Fuente: Lucho (2015). Recuperada de: <https://image.slidesharecdn.com/elmodeloentidadrelacion-150414165112-conversion-gate01/95/el-modelo-entidadrelacion-8-638.jpg?cb=1429048328>

A continuación, se presentan dos entidades "Cliente" y "Cuenta" asociadas por medio de la relación "posee". Es así como un cliente puede poseer una o más cuentas en un banco, pero cada cuenta debe corresponder a un cliente específico:

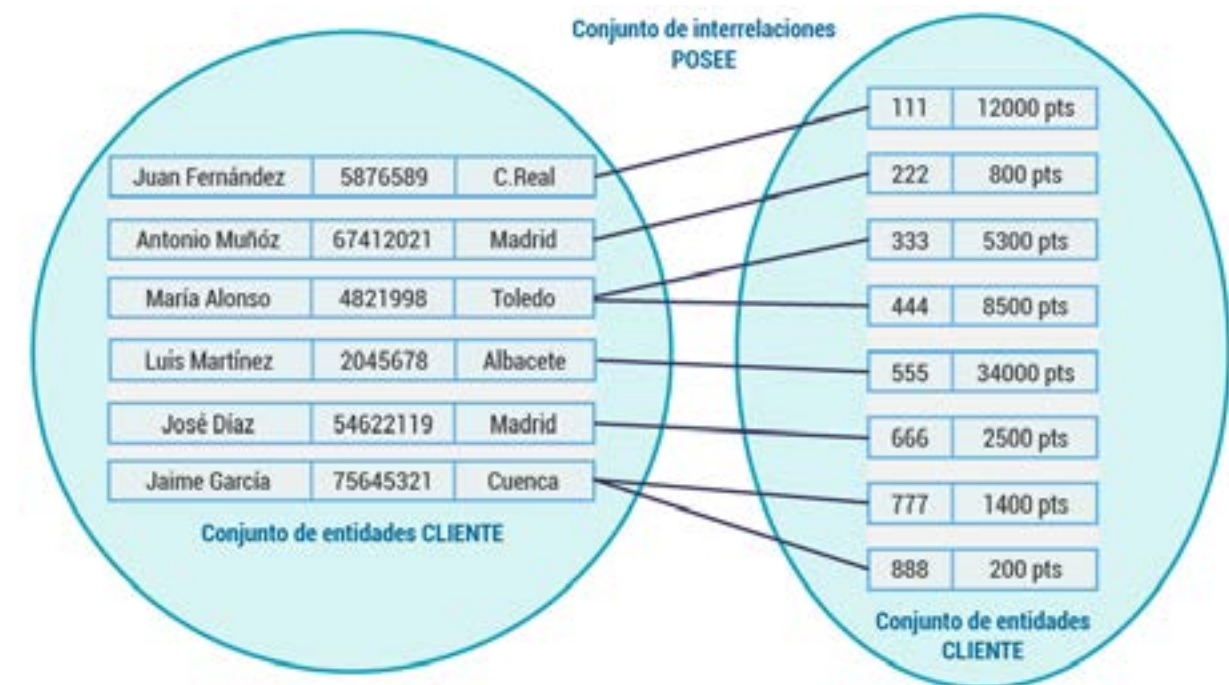


Figura 18. Entidades Cliente y Cuenta.

Fuente: Chávez Moreno (2007).

Recuperada de <https://es.slideshare.net/oswchavez/clase-3-modelo-entidad-relacion>

1.1.8. Grado de una relación

Cuando una entidad se asocia mediante una relación, se dice que es una entidad participante y el grado de una relación se da por el número de entidades que participan en esta, en tal caso, los grados son de tipo:

- Reflexiva o recursiva: grado 1, participa una entidad en la relación.
- Binaria: grado 2, participan dos entidades en la relación.
- Ternaria: grado 3, participan tres entidades en la relación.

Roles: también conocidos como el papel que desempeña una entidad participante en una relación. El nombre de rol se ubica sobre la línea que vincula una entidad con la relación. Por consiguiente, "en una relación, cada entidad tiene una función llamada rol en la relación. Por lo general es claro a partir del contexto qué rol juega una entidad en una relación" (Ricardo, 2009, pág. 100).

- **Grado de una relación reflexiva o recursiva:** una entidad se asocia o relaciona consigo misma, es decir "no todas las relaciones involucran conjuntos de entidades distintos. Cuando un conjunto de entidades se relaciona consigo mismo, se tiene una relación recursiva, y es necesario indicar los roles que juegan los miembros en la relación" (Ricardo, 2009, pág. 101)

Ejemplo:

En una relación reflexiva, la entidad "empleado" se asocia consigo misma mediante la relación "es jefe": a un empleado se le asigna el rol de "dirige a" y muchos empleados son "supervisados por". El analista de base de datos define si la entidad "empleado" usa roles en una la relación reflexiva o utiliza una entidad para empleados y otra entidad para jefe. Como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 19. Figura Relación reflexiva.

Fuente: Vélez de Guevara (2019). Recuperada de: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/gestionbasesdatos/latest/gestionbasesdatos.pdf>



Figura 20. Roles en la relación reflexiva.

Fuente: Lopez99's (2010). Recuperada de: <https://lopez99.files.wordpress.com/2010/03/diagrama13.png>

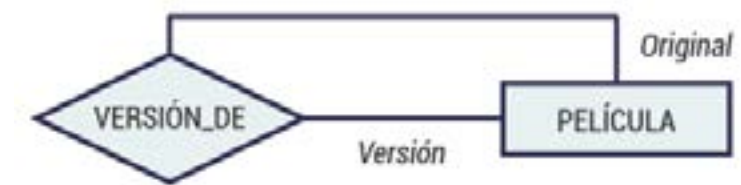


Figura 21. Relación reflexiva en la entidad Película.

Fuente: Oporto Díaz (s. f.). Recuperada de: https://adimen.si.ehu.es/~rigau/teaching/EHU/ABD/Altres%20cursos/mjortin/bd_t03_mer.pdf

- **Grado de una relación binaria:** una relación es de tipo binario cuando dos entidades se asocian mediante una relación. Es el tipo más empleado para el modelado de datos en base de datos relacionales.

Ejemplo:

La entidad "película" se asocia con la entidad "estudio" mediante "produce", de esta manera forma una relación binaria entre las dos entidades. Igual, la entidad "película" con la entidad "actor". Observe la siguiente figura.

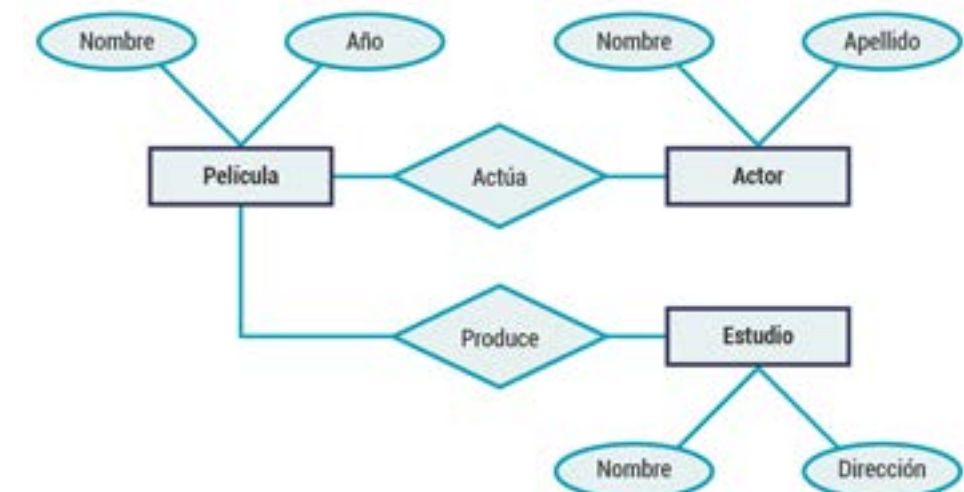


Figura 22. Relación binaria.

Fuente: Pereyra Agüero (2018). Recuperada de <https://slideplayer.es/slide/13046842/>

- Grado de una relación ternaria:** el tipo de relación ternaria de grado 3, se presenta cuando una relación asocia a tres entidades, las cuales no se pueden convertir en relaciones binarias. "La ternaria es una relación que asocia tres objetos, similar a la binaria que lo hace con dos. La peculiaridad de esta conectividad estriba en que se ha de leer como 'todas las parejas contra el tercero'" (Universidad de Alicante, 2007, pág. 163).

Ejemplo:

La relación "publica", se asocia con tres entidades: libro, autor y editorial, donde se especifican los roles para brindar mayor claridad al rol de una entidad en una relación. Como se muestra en esta figura.



Figura 23. Grado de relación ternaria.

Fuente: Vélez de Guevara (2019). Recuperada de: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/gestionbasesdatos/latest/gestionbasesdatos.pdf>

Las entidades "profesor", "grupo" y "asignatura" se asocian mediante la relación "imparte".

- "un profesor imparte una asignatura sólo en un grupo"
- "un profesor en un grupo imparte una única asignatura"
- "una asignatura en un grupo puede ser impartida por muchos profesores" (Universidad de Alicante, 2007, pág. 163).

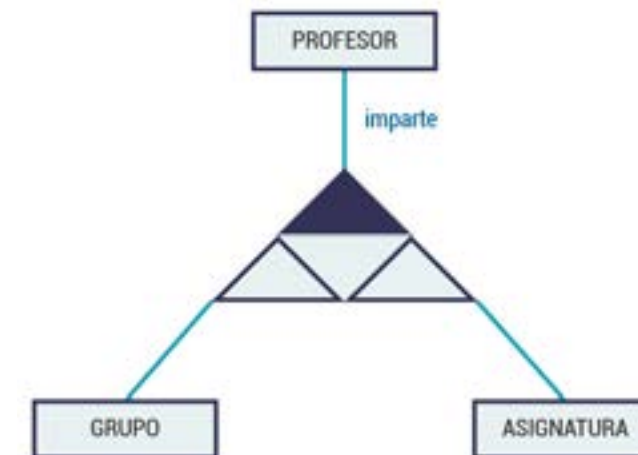


Figura 24. Relación ternaria.

Fuente: Universidad de Alicante (2007). Recuperada de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2990/1/ApuntesBD1.pdf> página 163

En la siguiente relación ternaria, las entidades "trabajo", "empleado" y "sucursal" se vinculan con la relación trabajan-en. Como se muestra en la figura.

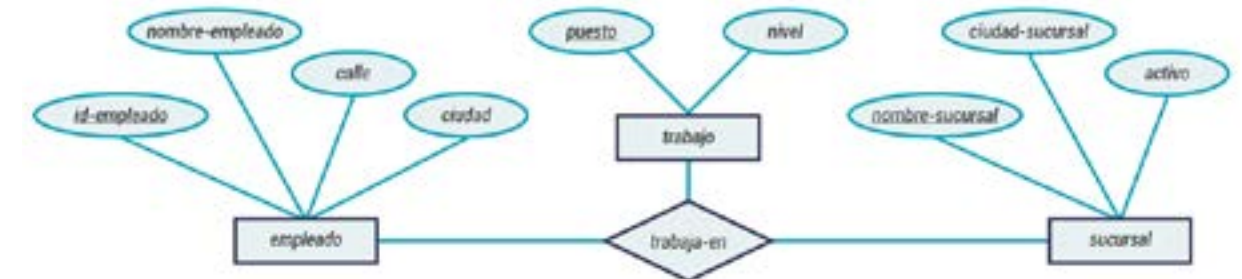


Figura 25. Relación ternaria de entidades.

Fuente: Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002).

El analista de la base de datos, mediante las definiciones estructurales determinadas en el proceso de abstracción del mundo real, debe permitir dar prioridad a las relaciones relevantes y limitar el grado de la relación.



Observa...

Te invito a que explores el siguiente video para integrar el aprendizaje en el diseño del diagrama entidad relación.

[Ericka Zavala]. (7 de julio de 2018). 3. Modelo Conceptual (Modelo Entidad-Relación) [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=m49huH2NHJ8&feature=youtu.be>

1.1.9. Participación total y parcial

Las restricciones estructurales se dan en la participación de las entidades en las relaciones, pueden ser de dos tipos: razón de cardinalidad o razón de participación.

- Razón de cardinalidad o restricción de asignación: se especifica el número máximo de instancias de entidad con las que se asocia o vincula un número de instancias "tipo de relación". Estas son del tipo: de uno a uno, de uno a muchos, de muchos a uno y de muchos a muchos. En la figura que aparece a continuación, se expone la razón de cardinalidad entre las entidades "cliente" y "préstamo", mediante la relación prestatario. Es decir, "el segmento entre préstamo y prestamista tiene una restricción de cardinalidad de 1..1, significando que la cardinalidad mínima y máxima son ambas 1. Es decir, cada préstamo debe tener exactamente un cliente asociado" (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 31):

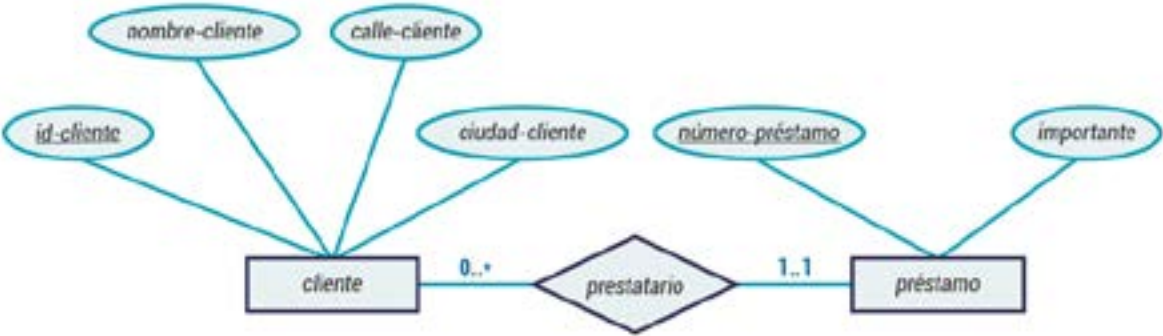


Figura 26. Razón de cardinalidad.

Fuente: Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002).

- Razón de participación o restricciones de participación:** las restricciones de participación permiten definir el tipo de dependencia en existencia entre los conjuntos de entidades y el conjunto de relaciones. Son de dos tipos: participación total y participación parcial.

En la tabla, se observan ejemplos sobre la participación total y la participación parcial.

Tabla 7. Razón de participación

| | |
|--|--|
| Participación total: en un conjunto de entidades por lo menos una entidad participa en el conjunto de relaciones. | Participación parcial: en un conjunto de entidades al menos una entidad no participa en el conjunto de relaciones. Se identifica por la línea sencilla en el diagrama. |
| Por ejemplo: La entidad Préstamo participa de la relación prestatario mediante el uso de líneas dobles indica que es una participación total. Es decir, un préstamo tiene que pertenecer por lo menos a un cliente; existe una participación total. | Por ejemplo: En una entidad bancaria, un cliente puede no tener asignado un préstamo, es opcional que el cliente requiera o solicite un préstamo. Por lo tanto, es una participación parcial, por eso es la línea sencilla entre la entidad Cliente y la relación. Es decir, existen clientes que no tienen préstamos. |

Adaptada de Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002).



Figura 27. Participación total y parcial.

Fuente: Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002).

1.1.10. Cardinalidad

La cardinalidad, llamada multiplicidad, liga, asociación, cantidad de elementos o instancias de una entidad en relación con otra, define las restricciones de la cardinalidad de acuerdo con los números máximos o mínimos que se aplican en la dirección de cada asociación entre la relación y la entidad, como se muestra en la tabla.

Tabla 8. Definición de cardinalidad.

| Elemento del modelo | Notación o símbolo del diagrama entidad relación |
|---------------------|---|
| Cardinalidad | Es la línea que une la entidad con la relación. |
| | Sobre la línea se escribe por diferentes sintaxis el número de instancias que participan de la relación, en el orden de mínimo y máximo (min., máx.). |
| | Su representación depende de las notaciones y símbolos ofrecidos por los diferentes autores, por ejemplo, por medio de números, letras, pata de gallo o símbolos. |

Elaboración propia (2020).

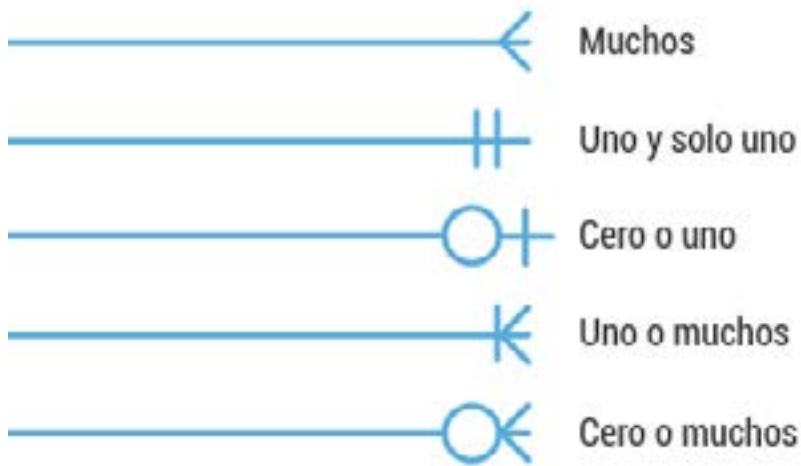


Figura 28. Notación para cardinalidad.

Fuente: Lucidchart Español (2017).

Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=TKuxYHb-Hvc>

Es decir, cuando una entidad se asocia mediante una relación, se dice que es una entidad participante. Es así como, “para obtener la participación, se debe fijar una ocurrencia concreta de una entidad y averiguar cuántas ocurrencias de la otra entidad le corresponden como mínimo y como máximo. Después realizar lo mismo en el otro sentido” (Vélez de Guevara, 2019, pág. 46).

Además, los tipos de cardinalidad se generan desde las restricciones estructurales de la situación del mundo real y deben conservar los datos de la base de datos. En la línea que une la entidad y la relación se definen los números mínimos y máximos de instancias que participan.

En la siguiente figura, se observa un conjunto de relaciones binarias y se presentan las siguientes cardinalidades:

- Relación Uno a Uno (1:1)
- Relación Uno a Muchos (1:N) - Relación Muchos a Uno (N:1)
- Relación Muchos a Muchos (N:M)

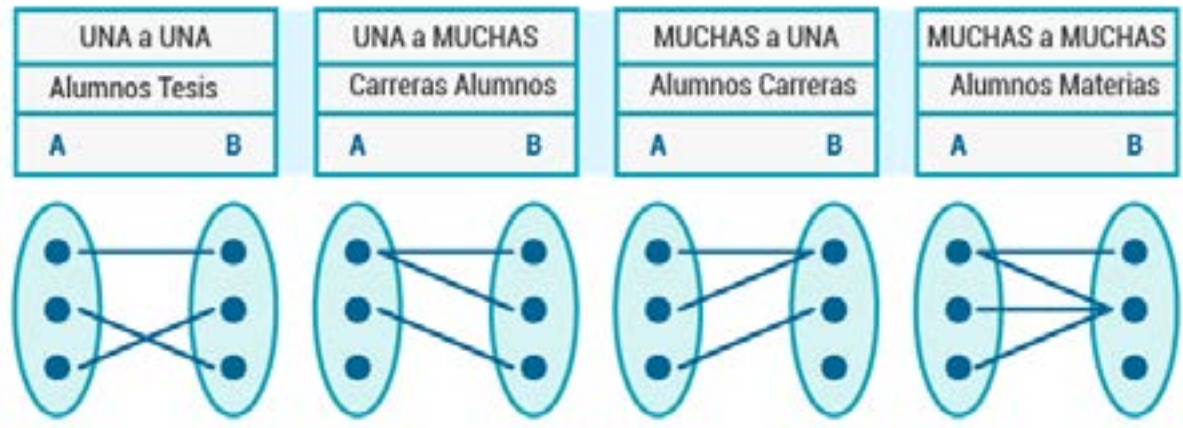


Figura 29. Tipos de cardinalidad.

Fuente: Basilio (s. f.). Recuperada de <https://slideplayer.es/slide/148860/>

La cardinalidad, se analiza desde la entidad de la izquierda de la relación hasta la entidad de la derecha, es decir de la entidad origen a la entidad destino. Posteriormente, se analiza de la entidad destino al origen. Sobre la línea entidad-relación se indican los números mínimos y máximos en su orden, que se agrupan sobre la relación con los dos máximos encontrados, para definir la cardinalidad de la relación.

Tabla 9. Notación para cardinalidad

| Cardinalidad | Se lee | Representación |
|--------------|------------------|----------------|
| 1:1 | Uno a uno | |
| 1:M | Uno a muchos | |
| 1:0 | Uno a ninguno | |
| M:1 | Muchos a uno | |
| M:M | Muchos a muchos | |
| M:0 | Muchos a ninguno | |

Fuente: Reyes Vásquez (2015).

Recuperado de: https://sites.google.com/site/karlareyes1511/tareas/tarea_1

- **Relación Uno a Uno (1:1):** cada instancia de una entidad A solo se relaciona con una instancia de la entidad B y una instancia de la entidad B solo se puede relacionar con una instancia de la entidad A.



Figura 30. Relación de uno a uno.

Fuente: Vélez de Guevara, (2019).

Ejemplo:

Cada instancia de la entidad "Coche" solo se puede asociar con una y solo una instancia de la entidad "Conductor", mediante la relación "conduce": un coche es conducido por un conductor, un conductor conduce un coche. Observe la importancia de los roles o papeles (conduce, es conducido) que permiten dar un significado a la cardinalidad y cada entidad tiene su propia clave. Además, sobre la relación "conduce" se agrupan los dos máximos encontrados (1:1), con lo que se define la cardinalidad de uno a uno.

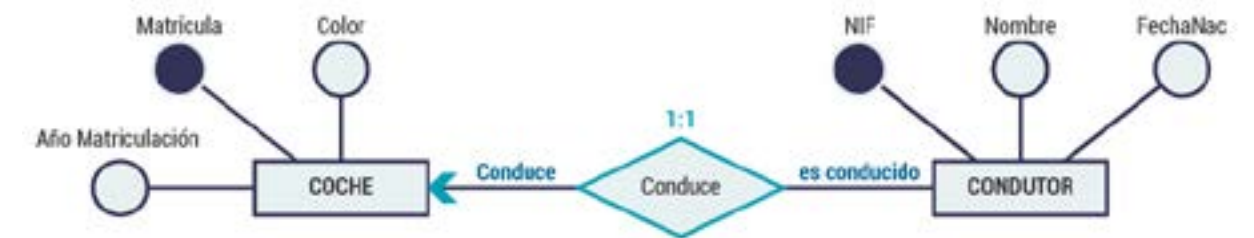


Figura 31. Cardinalidad 1:1.

Fuente: Vélez de Guevara, (2019).

- **Relación Muchos a Uno (N:1):** cada instancia de una entidad A solo se relaciona con una instancia de la entidad B y una instancia de la entidad B se puede relacionar con una o varias instancias de la entidad A.

Ejemplo:

A cada instancia de la entidad "Empleado" se puede asociar solo una instancia de la entidad "Departamento", mediante la relación "trabaja para": un empleado solo trabaja para un departamento, en un momento dado de su historia laboral. Una instancia de la entidad "Departamento" se puede relacionar con una o varias instancias de la entidad "Empleado". Además, sobre la relación "trabaja para" se agrupan los dos máximos encontrados (N:1) lo que define la cardinalidad de muchos a uno.

- **Relación Uno a Muchos (1: N):** cada instancia de una entidad A se puede relacionar con una o más instancias de la entidad B y una instancia de la entidad B solo se puede relacionar con una instancia de la entidad A.

Ejemplo:

A cada instancia de la entidad "Cliente", se puede asociar una o varias instancias de la entidad "Préstamo", mediante la relación "prestatario": un cliente puede tener asignado uno o varios préstamos. Una instancia de la entidad "Préstamo" se puede relacionar solo con una instancia de la entidad "Cliente". Además, sobre la relación "trabaja para" se agrupan los dos máximos encontrados (1: N) lo que define la cardinalidad de uno a muchos.



Figura 32. Cardinalidad de uno a muchos.

Fuente: Copa (2010). Recuperada de: <https://es.slideshare.net/mcopa/interrelaciones>

Relación Muchos a Muchos (N:M): cada instancia de una entidad A se relaciona con una o varias instancias de la entidad B y una instancia de la entidad B se vincula con una o varias instancias de la entidad A.



Figura 33. Relación de uno a varios.

Fuente: Vélez de Guevara, (2019).

Ejemplo:

Cada instancia de la entidad "Empleado" se asocia con una o varias instancias de la entidad "Departamento", mediante la relación "trabaja": un empleado trabaja en uno o en varios departamentos, en diferentes momentos de su historia laboral. Cada instancia de la entidad "Departamento" tiene uno o varios empleados. Además, sobre la relación "trabaja" se agrupan los dos máximos encontrados (N:M) lo que define la cardinalidad de muchos a muchos.

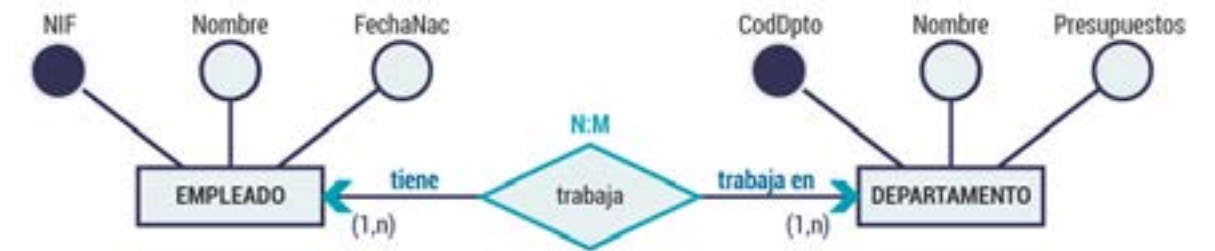


Figura 34. Cardinalidad 1:N.

Fuente: Vélez de Guevara, (2019).

La cardinalidad de una relación se define de la comprensión de la situación del mundo real y de las restricciones estructurales que el analista interpreta en lo que se refiere a los requerimientos del usuario, ofrecidos por la empresa.

1.1.11. Entidad débil y entidad fuerte

Las entidades se clasifican en entidad fuerte y en entidad débil.

- **Entidad fuerte:** también se conoce como entidad regular, propietaria, dominante. Se define por sus propios atributos y puede prestar algunos de sus atributos a las entidades débiles. Una entidad fuerte es la que contiene la clave candidata y existe por sí misma.

Ejemplo:

En una universidad las entidades profesores y estudiantes.

Su notación es un rectángulo:



- **Entidad débil:** también se conoce como entidad asociativa o dependiente. Una entidad débil no contiene atributos para formar una clave candidata, por lo cual requiere de otra entidad para ser identificada. Al no poseer atributos claves propios, debe participar de una relación para tener la clave primaria que la conforma. La clave primaria de la entidad fuerte, más una clave parcial llamada discriminante, es decir, el atributo que le permite diferenciarse de otra entidad débil.

Además, las entidades débiles realizan una dependencia por existencia o por identidad.

Ejemplo:

La entidad domicilio no tiene atributos claves porque depende de la entidad persona mediante la relación "vive":



Figura 35. Entidad débil.

Fuente: Catillo (2007). Recuperada de: <https://image.slidesharecdn.com/bases-de-datos-parte-310-modelo-er2588/95/bases-de-datos-parte-310-modelo-er-23-728.jpg?cb=1191461258>

Su notación es un rectángulo con doble línea en su contorno:



En el siguiente ejemplo, la entidad débil "Dependent" (dependiente), forma su clave primaria mediante el atributo discriminador "disc". Observe como trae la clave primaria de la entidad "Employee" (empleado):

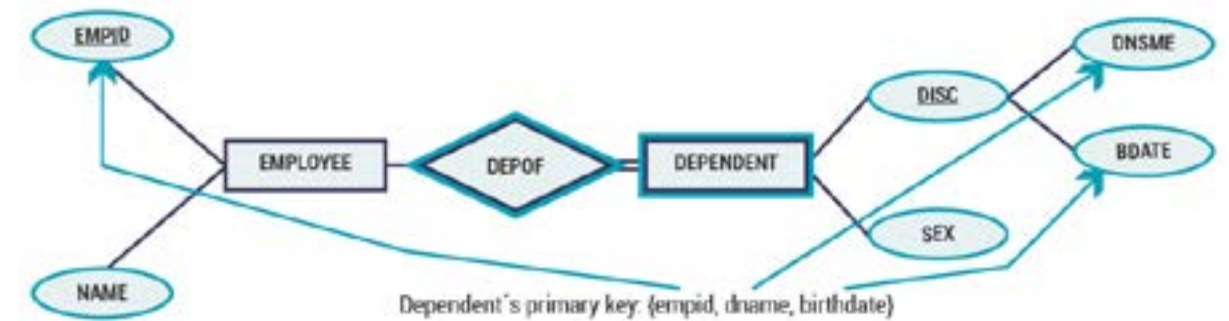


Figura 36. Entidad débil o asociativa.

Fuente: Corcuera (s. f.)

Recuperada de: https://personales.unican.es/corcuera/BD/Slides/BD_ModeloDatos_ER.pdf

- **Dependencia por existencia:** la entidad débil requiere un atributo identificador como si fuera su clave primaria. Es decir, "se produce cuando una entidad débil necesita de la presencia de una fuerte para existir. Si desaparece la existencia de la entidad fuerte, la de la débil carece de sentido" (Vélez de Guevara, 2019, pág. 47).

Ejemplo:

La entidad débil "hijo", presenta una dependencia por existencia con la entidad "empleado", por lo cual requiere de un atributo identificador clave que es NIF de la entidad fuerte "empleado".

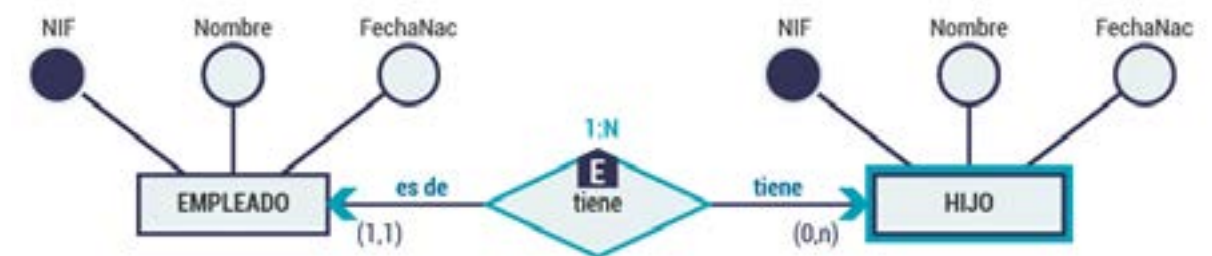


Figura 37. Dependencia por existencia.

Fuente: Vélez de Guevara (2019).

La entidad débil "municipio" requiere ser identificada por la entidad fuerte "provincia", al conformar su atributo identificador clave al unirse con la clave primaria de la entidad fuerte, es así como

el C.P de Écija es 41400, dónde 41 es el código de la provincia y 400 el del municipio. Por ejemplo, el C.P de Écija es 41400, dónde 41 es el código de la provincia y 400 el del municipio (Vélez de Guevara, 2019, pág. 48).



Figura 38. Dependencia por identidad.

Fuente: Vélez de Guevara (2019).

- **Dependencia por identidad:** la entidad débil para ser identificada requiere la entidad fuerte. Es decir, "por sí sola la débil no es capaz de identificar de manera unívoca sus ocurrencias. La clave de la entidad débil se forma al unir la clave de la entidad fuerte con los atributos identificadores de la entidad débil" (Vélez de Guevara, 2019, pág. 48).

Ejemplo:

Se requiere conformar un atributo identificador clave en la construcción del código "009 + 49 + 30 + Número", para realizar llamadas internacionales desde Colombia a la ciudad de Berlín en Alemania:

- Código del país origen: 009. Es el código de Colombia.
- Código del país destino: 49. Es el código de Alemania.
- Código de la ciudad destino: 30. Es el código de Berlín

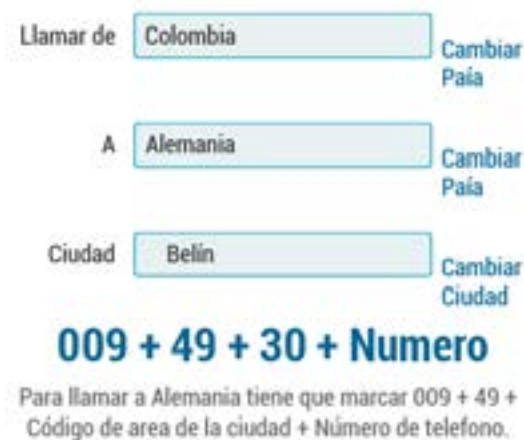


Figura 39. Atributo identificador clave.

Fuente: Como Llamar (s. f.). Recuperada de <http://www.comollamar.com/código/colombia/medellin>

1.1.12. Ejemplos de diagrama entidad relación

En consecuencia, se presentan los conceptos del modelo entidad relación mediante los componentes y símbolos de un diagrama ER (entidad-relación), según el modelo propuesto por Chen.

Al identificar las entidades con sus respectivos atributos, se procede a establecer las relaciones entre las entidades y se da preferencia a la información relevante que la empresa requiere para la toma de decisiones. Es así, como un decano dirige a una facultad y a esta le pertenecen uno o varios docentes y este dicta asignaturas para inscribir a los estudiantes. Observe la figura que hace relación a la información presentada.

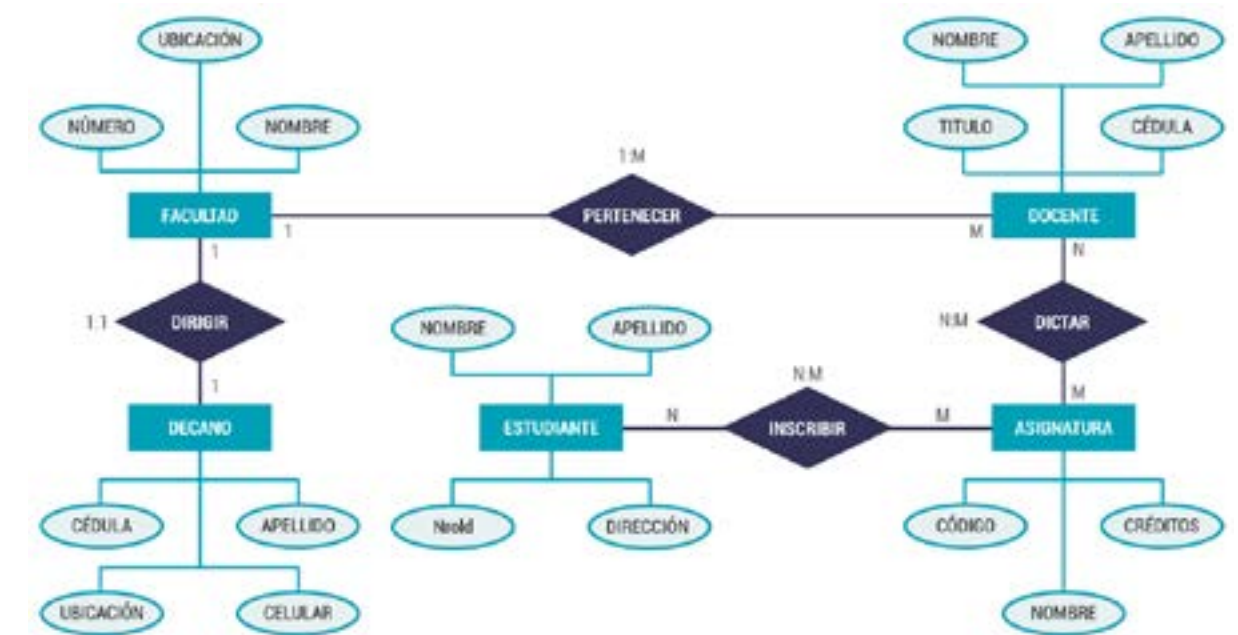


Figura 40. Ejemplo del Modelo Entidad – Relación.

Fuente: MinTIC (s. f.). Recuperado de: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n2g10_pweb1/nivel2/web1/unidad2/leccion3.html.



¡Importante!

Te invito a que explores el siguiente sitio web, en donde se amplía la explicación del diagrama: <https://bit.ly/2VHlxD>

Por otra parte, se recomienda al analista de base de datos conocer las notaciones y símbolos que conforman el modelo entidad relación y son propuestos por diferentes autores, para describir el mundo real de acuerdo con la interpretación de los requerimientos del usuario, entre los cuales se exponen:

- Estilo de la notación de *Chen*
- Estilo de notación de *Martin*
- Estilo de la notación de IDEF1X
- Estilo de la notación de *Barker*
- Estilo de notación de *Bachman*
- Estilo de notación de *Crow's Foot*
- Estilo de notación de Min-Max/ISO

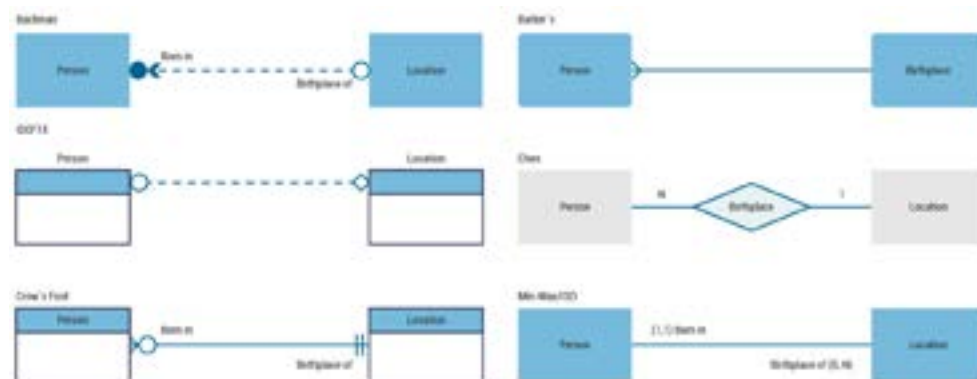


Figura 41. Notaciones del modelo entidad relación.

Fuente: Galindo (2018). Recuperada de <http://juliogalindobasesdedatos.blogspot.com/2018/02/identificar-y-comprender-entidad.html>



Observa

Te invito a que amplíes la información sobre símbolos y notaciones de diagramas ER en la siguiente página:

<https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-entidad-relacion>



Profundicemos

Es importante que fortalezcas los conocimientos adquiridos, para ello debes explorar los ejemplos que integran las notaciones y símbolos para diseñar diagramas de entidad relación, que se presenta a continuación.

Notaciones y símbolos para diseñar diagramas de entidad relación

Tema:

Roles o papeles de las relaciones.

[Limber Sánchez Mendoza]. (25 de mayo de 2011). Modelo Entidad Relación de Base de Datos (2) [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=HYHLt-NLy6E&feature=youtu.be>

1. Enfoque su aprendizaje a: el video, inicia con la definición conceptual de los elementos que requiere el diagrama E-R, por ejemplo, los roles para la entidad "empleado" y la relación "trabaja": muchos empleados obreros trabajan para un jefe empleado. Lo que permite una mayor comprensión del significado de la relación en el diagrama. La invitación es a comprender el ejemplo que brinda para crear el esquema conceptual de una empresa distribuidora de repuestos automotores.

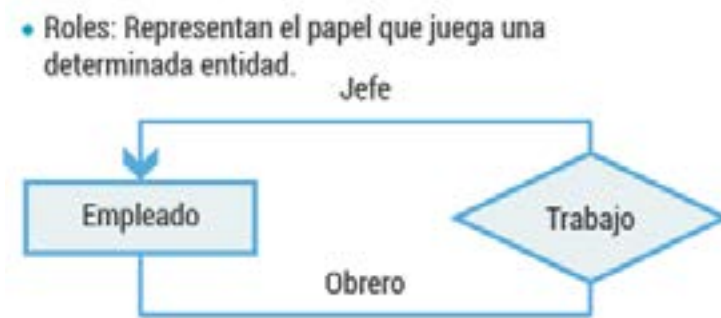


Figura 42. Rol entidad Empleado.

Fuente: Sánchez Mendoza (2011). Recuperado de <https://youtu.be/HYHLt-NLy6E>

Tema:

Atributo de tipo relación, grado de relaciones, cardinalidad.

[Cesar Luza]. (4 de octubre de 2015). Modelo Entidad relación [Archivo de video].

Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=oo3MqevRNFE>

2. Enfoque su aprendizaje a: encuentre en el video cómo a partir del análisis de requisitos se realiza el levantamiento de información para describir el esquema conceptual, mediante la notación que se usa es el modelo entidad relación. Es así, que el diagrama brinda una comunicación entre analistas de bases de datos y usuarios no técnicos.



Figura 43. Tipo de Entidad.

Fuente: Luza (2015). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=oo3MqevRNFE>

Además, la explicación para diseñar un diagrama entidad del caso “Administración de edificios”:

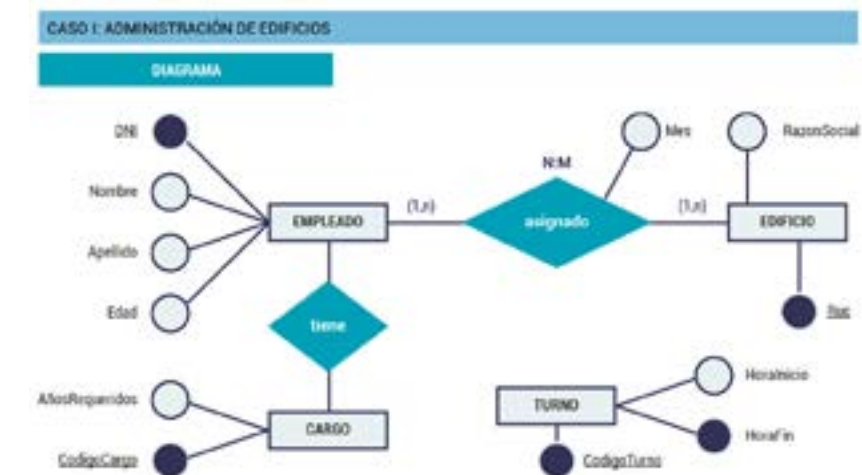


Figura 44. Diagrama entidad relación.

Fuente: Luza (2015). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=oo3MqevRNFE>

Tema:

Entidades débiles, atributo multivalor, relaciones reflexivas, cardinalidad

3.

- video 1: [Miguel Orrico]. (17 de noviembre de 2011). Solución Entidad Relación Extendido 1 [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/0EqmT9Drhac>
- video 2: [Miguel Orrico]. (17 de noviembre de 2011). Solución Entidad Relación Extendido 2 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=qUiqSytg6Dc>
- video 3: [Miguel Orrico]. (17 de noviembre de 2011). Solución Entidad Relación Extendido 3 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=0pOWLsmiQSE>

Enfoque su aprendizaje a: este ejemplo está conformado por tres videos, en los cuales se presenta un paso a paso de la posible solución de un caso práctico para una empresa que suministra red eléctrica y se diseña el diagrama entidad relación con el apoyo de la herramienta DIA

Tema:

Tipos de atributos, entidad débil y fuerte, grado de relación.

[Martha Isabel Bermúdez Medina]. (9 de febrero de 2019). Modelo E-R [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UuAToKgM7SE>

4. Enfoque su aprendizaje a: en el video se explica el ejemplo que integra las notaciones del diagrama entidad relación: entidades fuertes y débiles, tipos de atributos, dominio, tipos de relaciones, grado de relación, cardinalidad y especialización.

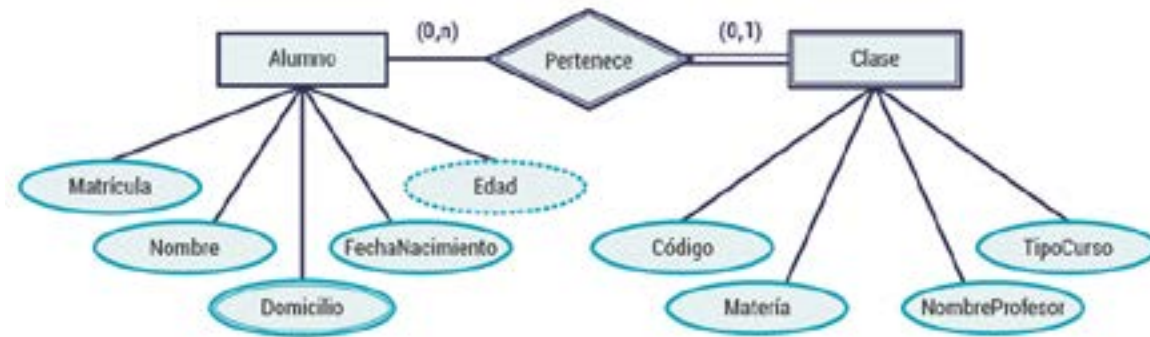


Figura 45. Entidades fuertes y débiles.

Fuente: Bermúdez Medina (2019). Recuperada de: <https://www.youtube.com/watch?v=UuAToKgM7SE>

Tema:

Ejemplos de diagramas entidad relación.

Corcuera, P. (s. f.). Bases de datos. Diseño de bases de datos: modelo conceptual Entidad Relación. España: Universidad de Cantabria. Recuperado de: https://personales.unican.es/corcuerp/BD/Slides/BD_ModeloDatos_ER.pdf

5. Enfoque su aprendizaje a: en las últimas páginas del documento (30-37) ofrece desde el universo del discurso la solución a varios ejemplos para diseñar diagramas entidad relación.

1.2. Modelo entidad relación extendido

En situaciones especiales, la relación entre atributos, entidades y relaciones no logra especificar las necesidades de la base de datos. Según Vélez (2019), las técnicas de especialización y generalización permiten al analista agrupar o subagrupar las entidades en un nivel más alto bajo y un nivel más bajo alto, por lo que se forma una jerarquía de relaciones y se minimiza su redundancia: se reemplazan las diferentes relaciones de la entidad "animal" con las entidades especializadas "felino", "ave", "reptil" e "insecto", como se realiza en un modelo básico de entidad relación y se transforma en un diagrama entidad relación extendido. Como se muestra en las siguientes figuras:

Diagrama entidad relación

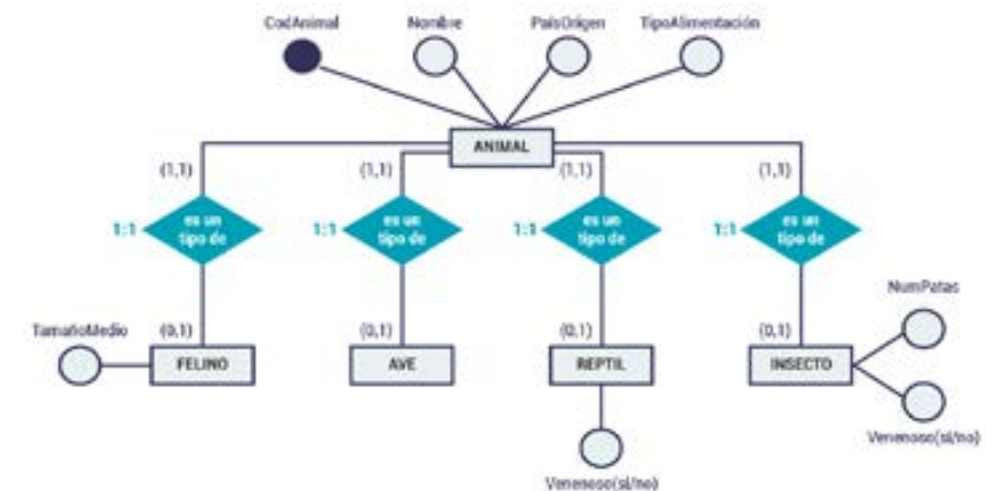


Figura 46. Diagrama entidad relación básico.

Fuente: Vélez de Guevara (2019).

Diagrama entidad relación extendido

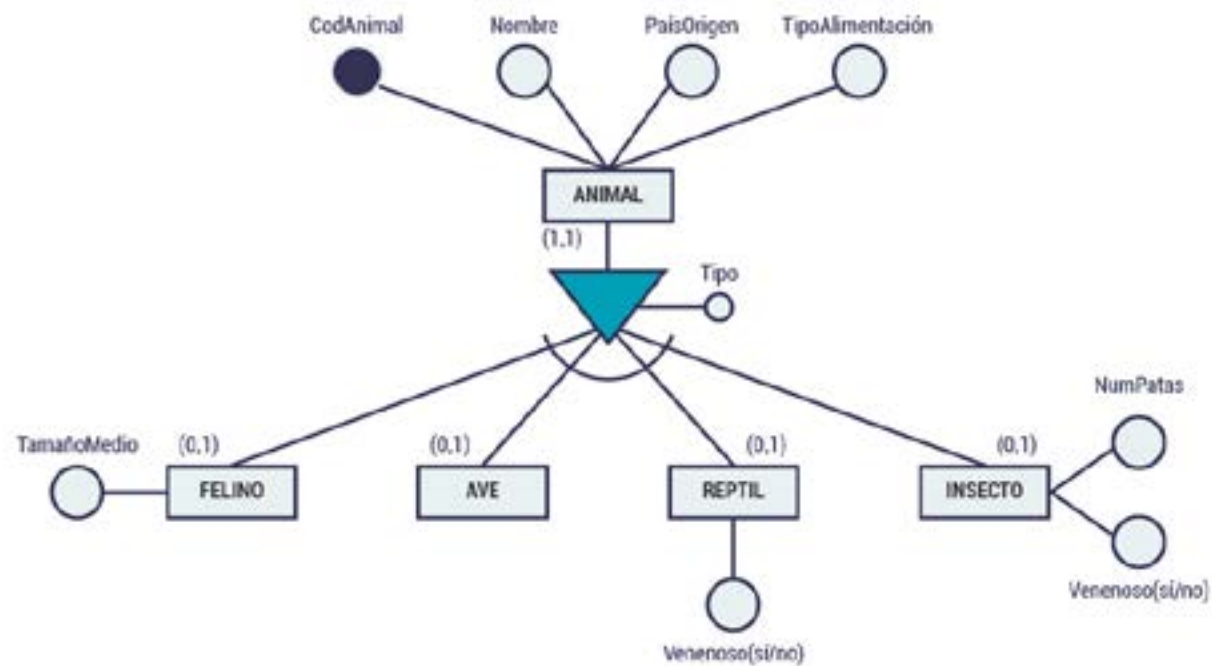


Figura 47. Diagrama entidad relación extendido.

Fuente: Vélez de Guevara (2019).

Para el diagrama entidad relación extendido, se tendrá la siguiente simbología o notaciones.

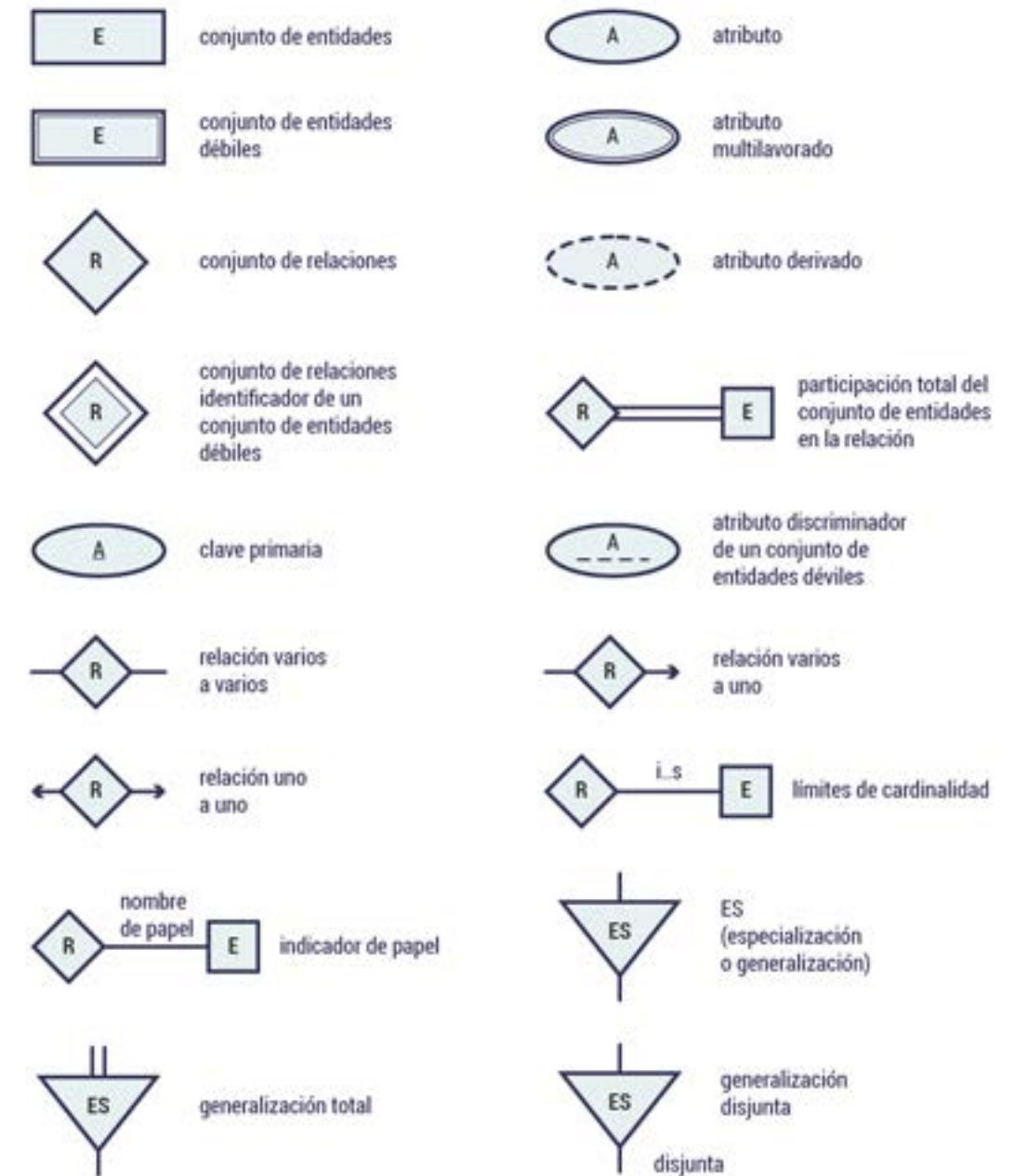


Figura 48. Notaciones diagrama entidad relación extendido.

Fuente: Eduhesc (2009). Recuperada de <https://eduhesc.wordpress.com/tag/unidad-2/>

1.2.1. Herencia

Es un tipo de relación entre la superclase y subclase; es una jerarquía generada por la especialización o la generalización, donde toda entidad hija hereda todos los atributos y relaciones de la entidad padre. Es decir, "la herencia de atributos se aplica en todas las capas de los conjuntos de entidades de nivel más bajo. Los conjuntos de entidades anteriores pueden participar en cualquier relación en que participe el conjunto de entidades". (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 36)

- En una herencia simple solo existe una superclase.
- Minimiza la redundancia de diagramar varias entidades con características similares.
- El triángulo invertido se conoce como relación isa.

Es así, como el tipo de entidad "vehículo" es una superclase que se puede subdividir en la subclase "particular" y en la subclase "servicio público", entre las cuales se relaciona por "es" y se lee así:

- un particular es un vehículo
- un servicio público es un vehículo
- un vehículo puede ser un particular o un servicio público

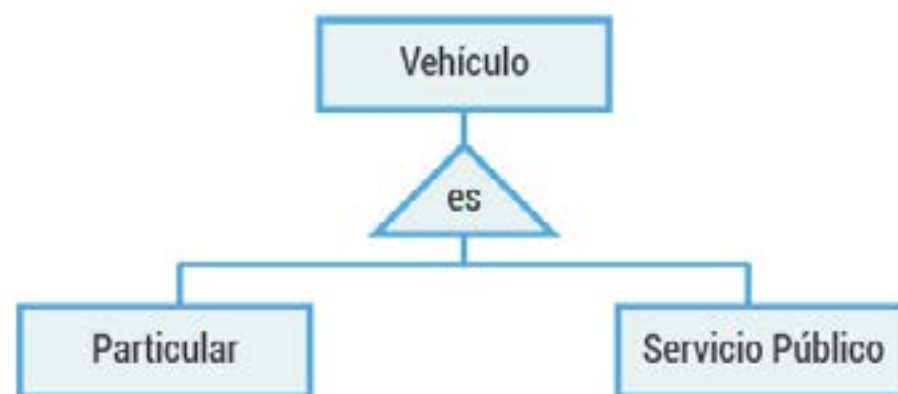


Figura 49. Herencia.
Elaboración propia (2020).

Una empresa que vende vehículos particulares y de servicio público, permite subdividir el conjunto de entidades "vehículo" en las subentidades "particular" y "servicio público". La entidad "vehículo" es la superentidad, supertipo o superclase.

- **Entidad "vehículo" (superclase):** tiene las características de: número de matrícula, modelo, marca, color y precio.
- **Entidad particular (subclase):** hereda de la superclase los atributos de número de matrícula, modelo, marca, color, precio, y adicionar de manera especializada los atributos de número de puertas y cilindraje.
- **Entidad servicio público (subclase):** hereda de la superclase los atributos de número de matrícula, modelo, marca y adicionar de manera especializada los atributos de empresa afiliada, cupo, número de ejes.

Además, los atributos de la superclase son heredados por las subclases y las propiedades comunes de todas las subclases se establecen a la superclase. Es así, como las subclases pueden ser definidas por una condición o valor predefinido del atributo lo que se conoce como atributo discriminante o criterio, por ejemplo, como aparece en la siguiente figura:



Figura 50. Atributos de la superclase.

Fuente: Cillero (2013). Recuperada de http://manuel.cillero.es/wp-content/uploads/2013/11/MERE_Supertipo.png?x39459

1.2.2. Especialización y generalización

En el diseño de base de datos relacionales, el modelo de entidad relación presenta situaciones especiales entre las relaciones de un tipo entidad y otros tipos de entidades, como son los procesos de especialización y generalización, al formar entre sí una jerarquía o relación de contención.

Dicho de otra manera, la especialización y generalización se conocen como relaciones de inclusión o de contención para permitir la inclusión de un conjunto de entidades B en otro conjunto de entidades A, lo que conlleva a definir la relación entre el conjunto de entidades de más alto nivel y el conjunto de entidades de más bajo nivel. Por consiguiente, la entidad ubicada en el nivel más alto de la jerarquía se conoce como entidad padre, supertipo, superclase o superentidad y a las entidades ubicadas en el nivel más bajo de la jerarquía, las cuales se pueden especializar en otros tipos de entidades, se les conoce como entidades hijas, subtipos, subclase o subentidad. Se debe aclarar que, los autores utilizan diferentes terminologías, por lo cual se enfoca el curso en hacer referencia a entidad padre y entidad hija.

Ejemplo: Generalización / Especialización

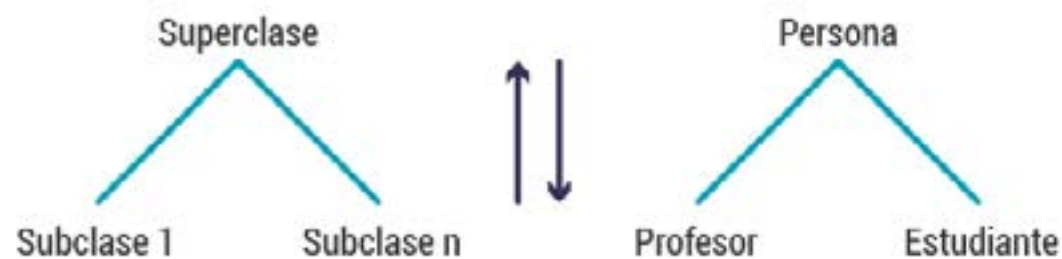


Figura 51. Generalización y especialización.

Fuente: Daumier Web and Programming (2013). Recuperada de <https://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/9.jpg>

Por ejemplo, en el nivel más alto se identifica la entidad padre, supertipo, superclase o superentidad del tipo de entidad "médico". A su vez, en el nivel más bajo las entidades hijas, subtipos, subclase o subentidad: cirujano, pediatra, oftalmólogo, ginecólogo, dermatólogo. Como se muestra en esta figura.



Figura 52. Entidad padre y entidad hija.

Fuente: ITCA-FEPADE (s. f.). Recuperada de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_extendida.html

En la figura que aparece a continuación, la entidad "empleado" contiene atributos que son heredados a la subclase "empleado por hora" y "empleado asalariado".

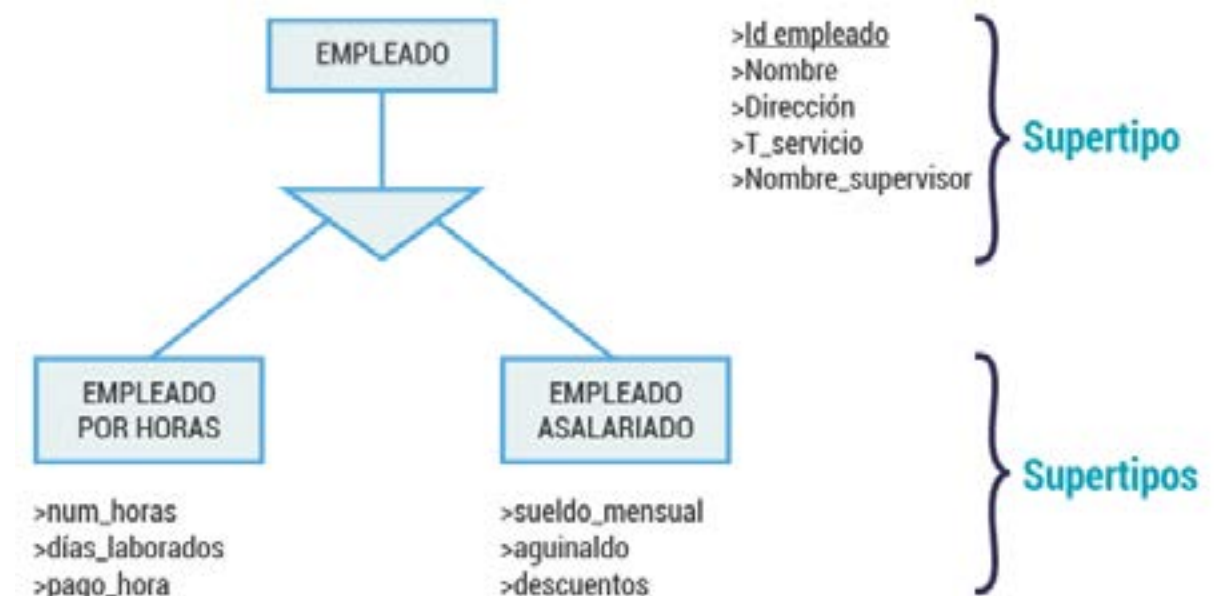


Figura 53. Atributos heredados.

Fuente: ITCA-FEPADE (s. f.). Recuperada de: https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_extendida.html

1.2.3. Especialización

Realiza un proceso inverso a la generalización, en el cual se definen subconjuntos de entidades de una entidad existente, conocida como superclase. En este contexto, “el proceso de designación de subgrupos dentro de un conjunto de entidades se denomina especialización. La especialización de persona permite distinguir entre las personas basándose en si son empleados o clientes” (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 34). La especialización se realiza en un proceso descendente, así:

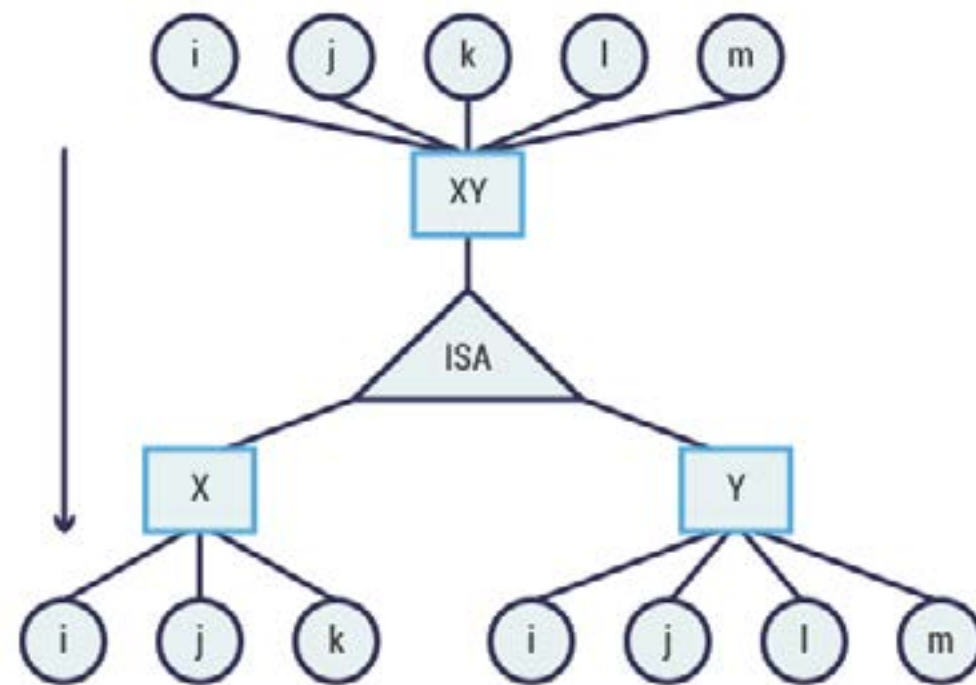


Figura 54. Especialización.

Fuente: UPRR (s. f.). Recuperada de <http://uprr.edu.mx/Introduccion%20a%20las%20Bases%20de%20Datos%20UNIDAD%20II.pdf> página 28

El método especialización, requiere de la “relación isa” entre las subclases y la superclase, donde se indica que cada subclase hereda atributos de la superclase. Por lo tanto, en el diagrama entidad relación la “relación isa” se representa por medio de un triángulo invertido, el cual se etiqueta con el verbo “ES”, se lee “es un”. Esta relación permite verificar si la subclase es un tipo de entidad especializada de la superclase; si se emplea otro verbo diferente a “SER”, indica que no es un proceso de especialización.

- Relación ISA o relación ES: es la relación entre las subclases y la superclase, se lee “es un”, e indica que cada subclase es parte de la superclase al heredar algunos de sus atributos; una entidad existente tiene una subclase por cada una de las especializaciones. En el lado superior del triángulo invertido se ubica la superclase y en la parte inferior las subclases.

Ejemplo:

Superclase Cuenta: ubicada en el nivel alto de la jerarquía.

- Atributos superclase: número de cuenta, saldo.
- Se especializa en dos subclases: cuenta ahorros y cuenta cheques.

Subclase del tipo de entidad Cuenta: ubicadas en el nivel bajo de la jerarquía.

- Cuenta ahorros: tasa interés son los atributos propios.
- Cuenta cheques: saldo deudor es el atributo específico que la diferencia de la subclase cuenta ahorros.



Figura 55. Relación ISA.

Fuente: ITCA-FEPADE (s. f.). Recuperada de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_extendida.html

En algunas situaciones, una superclase solo se especializa en una subclase, porque “en ocasiones una entidad tiene solo un subconjunto con propiedades o relaciones especializadas de las que se quiere tener información. Solo contienen una subclase para una especialización” (Ricardo, 2009, pág. 27). Además, cada subclase se especializa en la información requerida por la base de datos, al minimizar las situaciones de atributos con valores nulos, porque hereda de la superclase todos los atributos comunes de las instancias y las subclases, de manera opcional, pueden tener atributos propios.

1.2.4. Generalización

Realiza un proceso inverso a la especialización, en el cual identifica las características comunes de varios tipos de entidad y generaliza todas ellas en una superclase. Eventualmente, se puede presentar que una entidad solo requiera de una subclase especializada y esta se conforma de todos los atributos heredados de la superclase más sus atributos propios como subclase. Incluso, la generalización “es una relación contenedora que existe entre el conjunto de entidades de nivel más alto y uno o más conjuntos de entidades de nivel más bajo” (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 34). La generalización se realiza en un proceso ascendente:

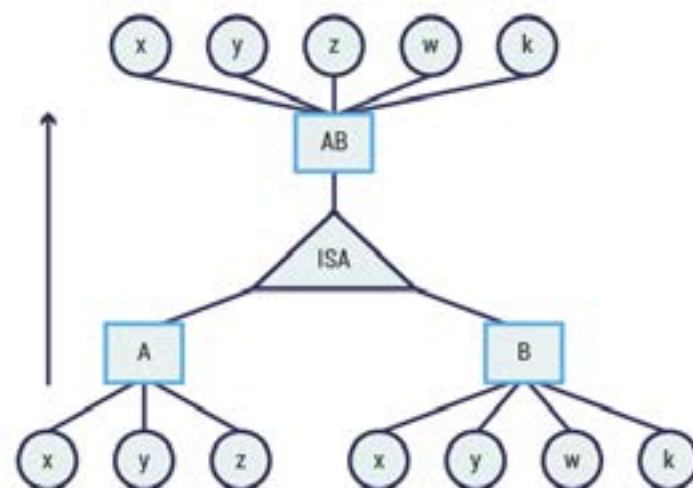


Figura 56. Generalización.

Fuente: UPRR (s. f.). Recuperado de: <http://uprr.edu.mx/Introduccion%20a%20las%20Bases%20de%20Datos%20UNIDAD%20II.pdf> página 27

En este orden de ideas, en una entidad de nivel superior la superclase es “persona” y tiene atributos propios (nombre, calle, ciudad), en el nivel inferior de la jerarquía se encuentran las subclases “empleado” y “cliente”. Es así, como el proceso de especialización y generación se continúa con la subclase “Empleado”, que se especializa en las subclases “oficial”, “cajero” y “secretaria”. Cada nivel de la jerarquía tiene sus relaciones isa (ES) y atributos propios, más los heredados de la superclase “personas”. Como se observa en la próxima figura.

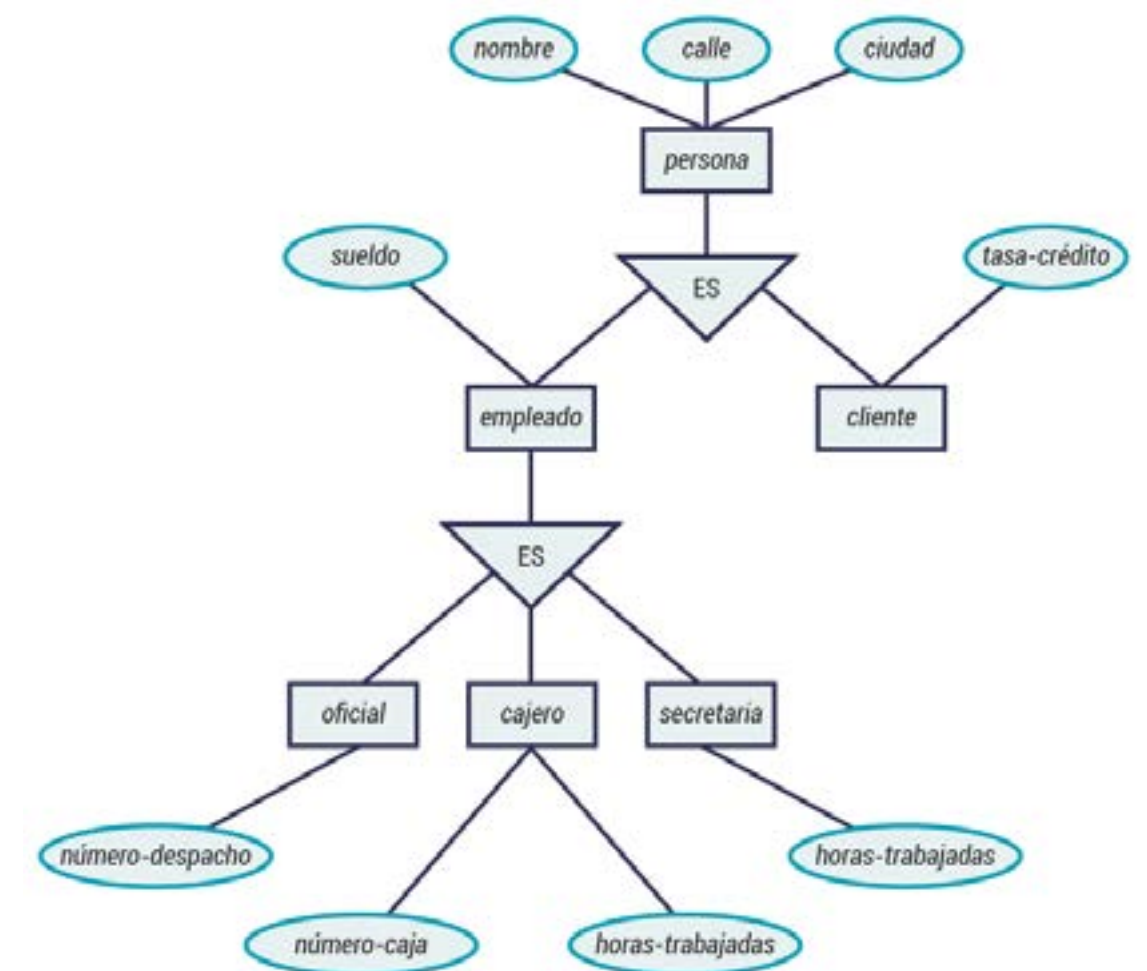


Figura 57. Entidad de nivel superior e inferior.
Fuente: Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002).



Observa

Te invito a que observes el siguiente video, que retoma la conceptualización de especialización y generalización:

[UCAM Universidad Católica de Murcia]. (12 de noviembre de 2014). Bases de datos - Especialización y generalización [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=xrVNqvm7rAM>

En suma, una superclase es una entidad que engloba los atributos comunes de varias entidades y se puede subdividir en otras entidades con características similares; esta abstracción permite dividir una superclase en subclases, las cuales heredan sus relaciones y atributos. De manera semejante, toda instancia u ocurrencia de una subclase también es una instancia u ocurrencia de la superclase, por ejemplo: una persona puede ser un empleado o un cliente.

Por lo tanto, el proceso de especialización define, primero, la superclase y luego las subclases en sus propiedades comunes y específicas. En caso contrario, en el proceso de la generalización, se definen primero las subclases y sus características comunes para determinar la superclase.

En un diseño ascendente se hace referencia a la generalización y en el diseño descendente a la especialización; sin importar el proceso de abstracción el resultado es el mismo en el diagrama entidad relación.

De acuerdo con Silberschatz, Korth, & Sudarshan (2002), "la especialización parte de un conjunto de entidades simple; enfatiza las diferencias entre las entidades dentro del conjunto mediante la creación de distintos conjuntos de entidades de nivel más bajo" (pág. 35).

Por otro lado, la generalización resalta las similitudes y oculta las diferencias entre los conjuntos de entidades de nivel más bajo; de igual manera, permite economizar la representación para que no haya repetición entre los atributos compartidos (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002).

1.2.5. Restricciones sobre la especialización o generalización

Las restricciones de especialización o generalización permiten definir cuáles instancias u ocurrencias de la superclase pertenecen a cada instancia u ocurrencia de la subclase. En efecto, la especialización se caracteriza por encontrar las diferencias entre las entidades subclases, al contrario de la generalización que es unificar las características en una entidad superclase y se clasifican en:

- Total: toda entidad superclase debe pertenecer a alguna de las entidades subclase. Por ejemplo: una entidad "persona" debe ser una entidad tipo "empleado" o debe ser una entidad tipo "cliente".
- Parcial: toda entidad superclase no tiene por qué pertenecer a alguna de las entidades subclase. Por ejemplo: una entidad "persona" puede no ser una entidad tipo "empleado" o no ser una entidad tipo "cliente", otra subclase puede ser "proveedor".
- Disjunta o exclusiva: una misma entidad no puede aparecer en dos entidades subclase diferentes. Por ejemplo: una entidad "persona" solo puede ser una entidad tipo "empleado" o "cliente", pertenece de manera excluyente a una de las dos subclases.
- Solapada: una misma entidad puede aparecer en dos entidades subclase diferentes. Por ejemplo: una entidad "persona" puede aparecer tanto en el tipo entidad "empleado" como en el tipo entidad "cliente"; una persona puede asumir el rol de ser empleado y ser cliente al tiempo, siempre y cuando esté acorde a las políticas de la organización. En este contexto, una persona "Margarita" puede ser empleada de la universidad bajo el cargo de profesor y ser cliente bajo el rol de estudiante.

Por otra parte, en generalización y especialización las restricciones presentan las siguientes situaciones:

- Las restricciones total y parcial son excluyentes entre sí.

- Las restricciones solapada y disjunta son excluyentes entre sí.

Asimismo, se pueden realizar las siguientes combinaciones entre las categorías, así:

- Disjunta total
- Disjunta parcial
- Solapada total
- Solapada parcial

Las notaciones de las restricciones en el diagrama entidad relación, son:

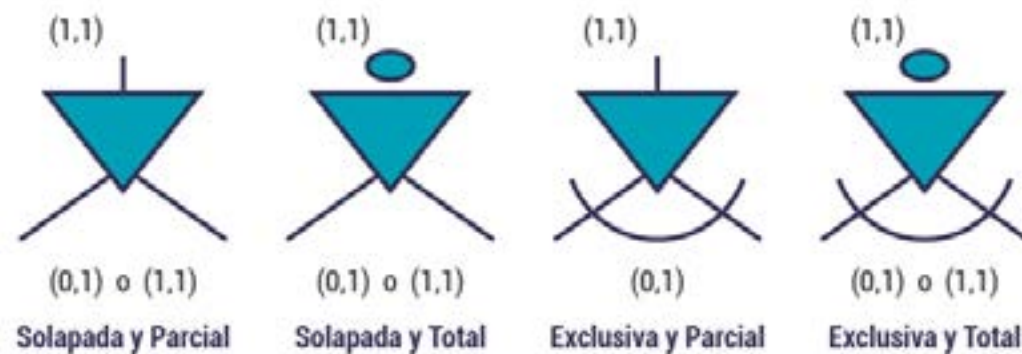


Figura 58. Restricciones diagrama E-R.

Fuente: Vélez de Guevara (2019).

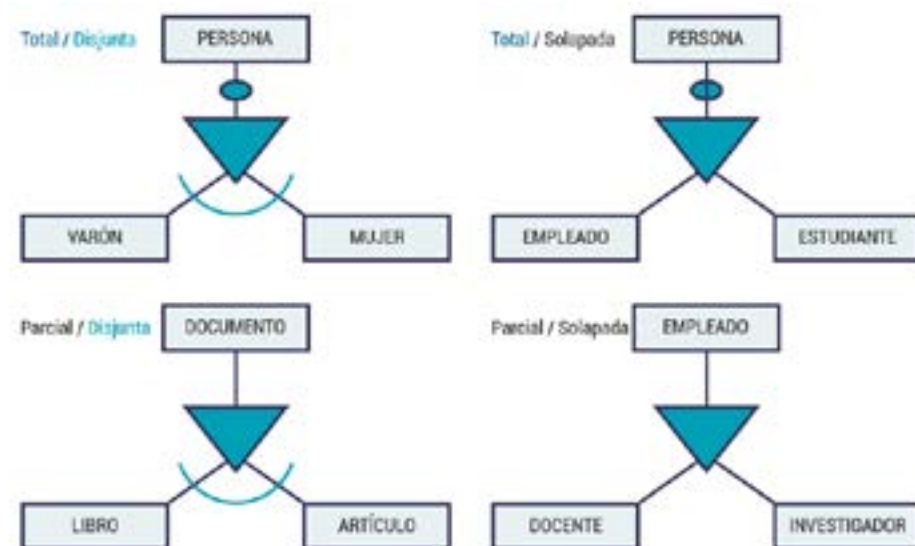


Figura 59. Restricciones en especialización o generalización.

Fuente: Educación Semipresencial (2016). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=WtzFNTutarE>

Por consiguiente, para indicar el número de instancias u ocurrencias de relación en el que debe o puede participar una entidad, se define la cardinalidad de la superclase con el valor de (1,1) y (0,1) o (1,1) en la cardinalidad de las subclases. Es de aclarar, que siempre se da la cardinalidad de uno a uno en la relación entre una superclase y una subclase, como se indica a continuación:

- Disjunto total** tiene una cardinalidad (0,1) o (0,1). Por ejemplo: una persona es de género varón o de género mujer, en el contexto tradicional. Sin embargo, se puede considerar como disjunta parcial para incluir otras especializaciones.
- Disjunta parcial** tiene una cardinalidad (0,1) o (0,1). Por ejemplo: un documento puede ser un libro o puede ser un artículo, e incluso otra categoría no definida previamente.
- Solapado total** tiene una cardinalidad (0,1) o (1,1). Por ejemplo: una persona puede ser un empleado y estudiante simultáneamente, pero no permite otra categoría no definida previamente.
- Solapada parcial** tiene una cardinalidad (0,1) o (1,1). Por ejemplo: un empleado puede ser docente e investigador simultáneamente y permite otra categoría que no esté definida previamente.



Profundicemos

Es importante que fortalezcas los conocimientos adquiridos, sobre generación, restricciones y especialización a través de los siguientes ejemplos que se presenta a continuación.

Tema para explorar en el recurso digital

1. Tema: generación y especialización

Adimen (s. f.) Modelo Entidad Relación Extendido, MERE. https://adimen.si.ehu.es/~rigau/teaching/EHU/ABD/Altres%20cursos/mjortin/bd_t03_mere.pdf

Enfoque su aprendizaje a: presenta ejemplos y sus soluciones para el análisis de las diferentes situaciones.

2. Tema: restricciones de generalización y especialización.

Gutiérrez, J. (2013). Jerarquías: Generalizaciones y Especializaciones. *Dry-Valley-Computer*. Recuperado de

<http://www.dryvalleycomputer.com/index.php/bases-de-datos/el-modelo-entidadrelacion/55-jerarquias-generalizaciones-y-especializaciones>

Enfoque su aprendizaje a: encuentre ejemplos de cada tipo de restricción



¡Importante!

El siguiente video presenta ejemplos sobre generalización y especialización con las respectivas restricciones.

Romo, J. [J. RoMo]. 29 de octubre de 2017. Ejercicio #5 - Generalización y especialización [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=IgaaEBppXo>

Ejemplo 1: Tapicero: total con exclusividad

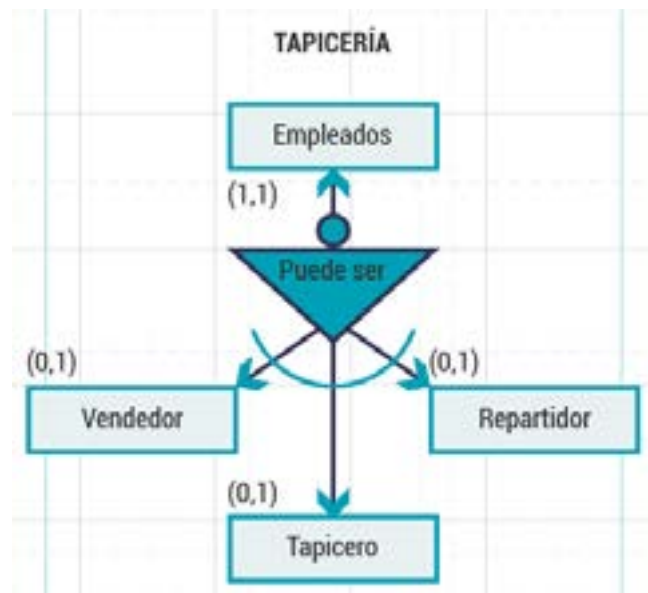


Figura 60. Restricción total con exclusividad.

Fuente: Romo, J (2017). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=IgaaEBppXo>

Ejemplo 2: Equipo de baloncesto: total con solapamiento

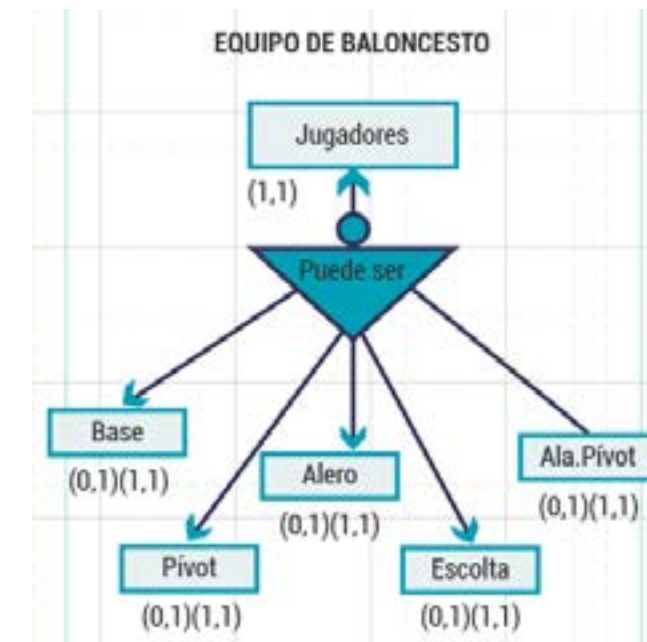


Figura 61. Restricción total con solapamiento.

Fuente: Romo, J (2017). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=IgaaEBppXo>

Ejemplo 3: Ayuntamiento: parcial con exclusividad



Figura 62. Restricción parcial con exclusividad.

Fuente: Romo, J (2017). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=IgaaEBppXo>

Ejemplo 4: Funciones: parcial con solapamiento

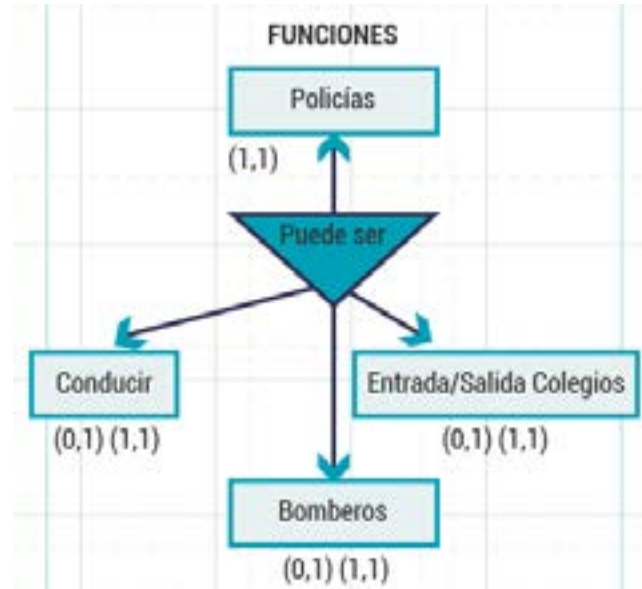


Figura 63. Restricción parcial con solapamiento.

Fuente: Romo, J (2017). Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=lgaaeEBppXo>

1.2.6. Agregación

Es un tipo especial de relación que permite construir entidades de niveles más altos al conectar tipos de entidades y tipos de relaciones en una sola entidad, la cual se relaciona con otras entidades. En suma, "la agregación agrupa una parte de un diagrama E-R en un único conjunto de entidades, permitiendo tratar el conjunto de entidades de la agregación como una unidad única sin importar los detalles de su estructura interna" (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002, pág. 40).

En la figura que aparece a continuación, se encierra en el rectángulo la entidad compuesta por las entidades "profesor" y "asignatura" que se conectan por la relación "explica". En este contexto, un profesor explica una o muchas asignaturas y utiliza diferentes medios como videos, audios, presentaciones, películas u otros recursos de aprendizaje. A su vez, una asignatura es orientada por uno o varios profesores y emplea varios medios. Por último, un medio es utilizado por uno o varios profesores y por una o varias asignaturas.

Así, se tendrá una relación de grado ternario, lo cual no será la solución adecuada para su implementación en la base de datos, por lo tanto se utiliza el mecanismo de abstracción de agregación.

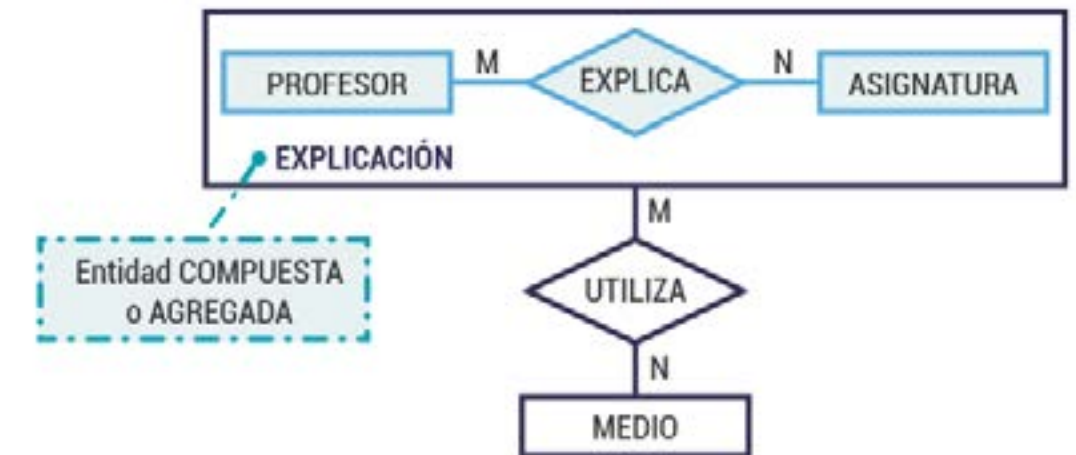


Figura 64. Agregación.

Fuente: Longo (2015). Recuperada de <https://es.slideshare.net/longojose/modelo-entidad-relacion-51001568>

En el próximo ejemplo, se presenta la creación de una entidad agregada o compuesta por las entidades "empleado", "trabajo" y "sucursal", que se conectan con la entidad "director" mediante la relación "dirige": los empleados de una sucursal realizan un trabajo específico, por lo cual requieren ser dirigidos por un director:

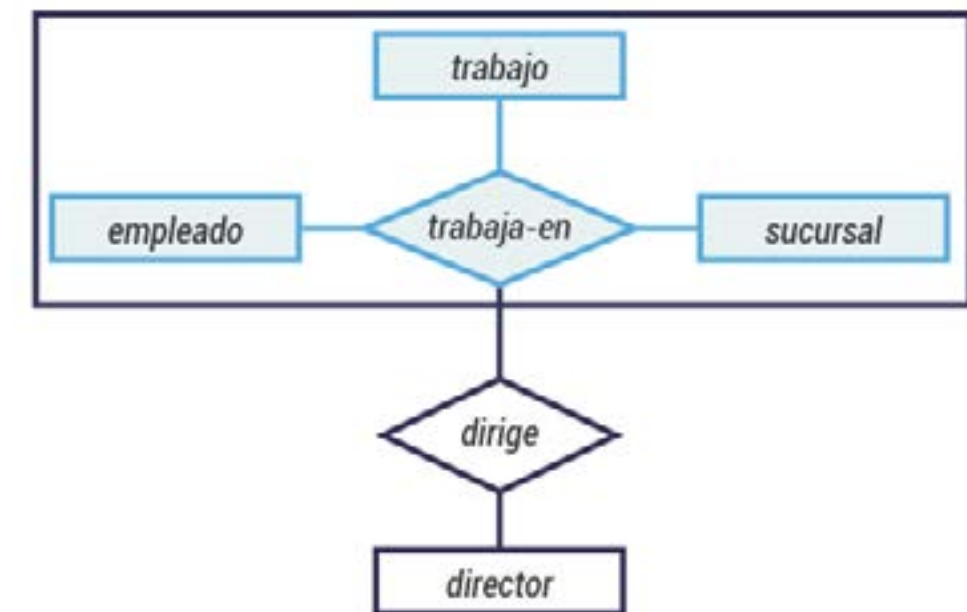


Figura 65. Entidad agregada o compuesta.

Fuente: ITCA-FEPAD (s. f.). Recuperada de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_extendida.html



Profundicemos

Te invito a que explores los siguientes videos para comprender los elementos que conforman un diagrama de entidad relación extendido.

Tema: generalización, especialización, restricciones, atributo discriminante

Orrico, M. [Miguel Orrico]. (17 de noviembre de 2011). Solución Entidad Relación extendido. Parte 4 y final [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nsX7wVnwmtM>

Enfoque su aprendizaje a: el paso a paso de la posible solución de un caso práctico para una empresa que suministra red eléctrica y se diseña el diagrama entidad relación extendido con el apoyo de la herramienta DIA.

Tema: Ejemplos de diagramas entidad relación

Gutiérrez, C y Navarro, G. (s. f.). GUÍA DE EJERCICIOS: Modelo Entidad/Relación y conversión a Modelo Relacional. Chile: Universidad de Chile. Recuperado de <https://users.dcc.uchile.cl/~mnmonsal/BD/guias/g-modeloER.pdf>

Enfoque su aprendizaje a: se presenta el universo del discurso para brindar la solución de los casos propuestos, se presenta una diversidad de diagramas entidad relación y su transformación al modelo relacional.



¡Importante!

Los siguientes videos presentan dos herramientas para diseñar diagramas de entidad relación:

Herramienta DIA

Enlace para ingresar a la herramienta DIA:

Los paquetes de instalación para Linux, MacOS X y Windows están disponibles en

Dia Diagram Editor (2017). Dia 0.97.2. Recuperado de <http://dia-installer.de/>

Video explicativo para realizar el diagrama

García, J. [Jorge García]. (s. f.). Modelo Entidad-Relación con DIA [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/ZKy14SZCOil>

Suárez, A. [Adrian Suarez]. (24 de octubre de 2012). Como descargar y utilizar programa día [Archivo de video]. Recuperado de https://youtu.be/_aYtQpexiMg

Blog de apoyo

Incluye manual y video.

Villavicencio, C. (6 de junio de 2014). HERRAMIENTA CASE "DIA". *cesarvillavicencio.blogspot.com*. Recuperado de <https://cesarvillavicencio.blogspot.com/>

Herramienta Lucidchart

Enlace para ingresar a la herramienta Lucidchart:

Lucidchart. (s. f.). <https://lucid.app/es/pricing/lucidchart#/pricing>

Tutorial

[Lucidchart Español]. (6 de diciembre de 2017). Tutorial - Diagrama Entidad-Relación (ER) [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TKuxYHb-Hvc>



Figura 66. Universo del discurso.
 Fuente: Velilla (2011).



Para concluir.

El modelado de datos inicia con el análisis de los requerimientos del usuario, obtenidos de la indagación del universo del discurso. Para presentar el diagrama entidad relación, según el modelo Chen y debido a sus limitaciones semánticas, el analista de base de datos puede agregar nuevos elementos al lenguaje como herencia, especialización, generalización, agregación, entre otros; para conformar un diagrama entidad relación extendido.

No obstante, el proceso de modelado de datos requiere de la visión y experiencia del analista de datos para interpretar la realidad. Este proceso se inicia con la representación visual del modelo conceptual y posteriormente el modelo lógico, mediante la descripción de las entidades, atributos y las relaciones que conforman la base de datos.

2. Modelado Racional

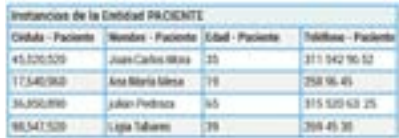

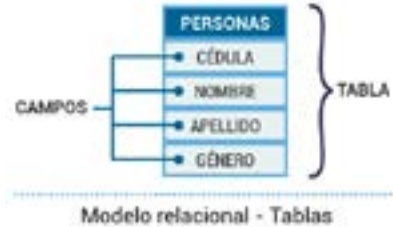




El modelo relacional fue propuesto por Edgar Frank Codd en 1970 y utiliza el lenguaje SQL para manipular los datos. Es así, que el analista interpreta el universo del discurso para modelar los datos que reflejen esa realidad: inicialmente los representa en el diagrama entidad relación (modelo conceptual), luego se realiza la conversión al modelo relacional (modelo lógico), el cual permite una vista más sencilla para el usuario mediante la representación de la estructura de la base de datos, conformada por las tablas y sus relaciones. Posteriormente, se implementa el diseño en el sistema gestor de bases de datos como: Access, Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL, entre otros. Es así que, el diseño lógico depende del tipo del sistema gestor de base de datos -SGBD.


Después de representar la estructura de la base de datos en el diagrama entidad relación, se procede a diseñar el modelo relacional, para ello se definen sus conceptos y analogías:

- El Sistema Gestor de Base de Datos -SGBD, está integrado por programas que administran los datos para la recuperación de la información. Por ejemplo, el SGBD de Oracle, MySQL, SQL Server, Access, entre otros.
- La base de datos es el conjunto de datos almacenados y organizados, y es parte del SGBD. Por ejemplo: la base de datos de clientes, de proveedores, de estudiantes, de citas médicas, entre otras.
- Un dato es un hecho, situaciones o valor que puede tener significado, entre ellos un símbolo, nombre, número, fecha de nacimiento, edad, cantidad, palabra, valor del artículo, letra, entre otros. Por ejemplo, el número 2020, el nombre Laura López, la fecha de nacimiento 30/05/2001 o el valor de compra \$29.876.
- Cuando un dato es ordenado, hace referencia a la información. Por ejemplo, el número 2020 por sí solo no tiene significado, pero al darle el contexto de año de ingreso del empleado a la empresa es cuando se convierte en información.

A continuación, se brinda la relación entre la simbología del modelo entidad relación y las notaciones utilizadas en el modelo relacional, así:

Tabla 10. Relación entre modelos

| Elemento del modelo Entidad Relación | Elemento modelo relacional | Ejemplo |
|---|--|---|
| Instancia | Registros de la tabla  | La tabla "Paciente" tienen cuatro registros correspondientes a cada paciente: (45.520.520, Juan Carlos Mora, 35, 311 5429552) es el conjunto de registros de un paciente específico. |
| Entidad  | Tabla de la base de datos  | La entidad "Persona" se convierte en la tabla "Persona" y convierte los atributos en campos: cédula, nombre, apellido, género. Es decir, contiene campos que almacenan los datos requeridos por la tabla. |
| Atributos  | Campos de la tabla  <i>Los atributos de la entidad son los campos de la tabla y representan cada columna.</i> | Los campos de la a tabla "Personas", son: cédula, nombre, apellido, género. <i>El atributo principal que se subraya en el modelo E-R, es el campo principal de la tabla, es decir la llave primaria.</i> |
| Relaciones  | Relación entre tablas  | La tabla "Profesor" se relaciona con la tabla "Cubículo" mediante el campo "cédula" <i>Las relaciones, vínculos o asociaciones entre las tablas se realizan y dependen del tipo de cardinalidad o relación, es decir de un campo primario a un campo foráneo o entre campos primarios.</i> |

| Elemento del modelo Entidad Relación | Elemento modelo relacional | Ejemplo |
|---|---|---|
| Entidad fuerte y entidad débil | <p>Entidad fuerte es la tabla principal</p> <p>Entidad débil es la tabla auxiliar</p>  | <p>La entidad débil "Hijo", presenta una dependencia por existencia con la entidad "Empleado", por lo cual requiere de un atributo identificador clave que es NIF de la entidad fuerte "Empleado". Es decir, la entidad débil "Hijo" es la tabla auxiliar, que complementa la información de la entidad fuerte "Empleado", que es la tabla principal.</p> |

Adaptado de Bedoya Restrepo (2013), MinTIC (s. f.), Vélez de Guevara (2019).

El modelo relacional integra la estructura de datos mediante las relaciones (tablas) que conforman la base de datos; la integridad de datos por medio de las propiedades o reglas que deben tener los datos que se almacenarán en la base de datos; y la manipulación de los datos, lo que incluye las operaciones del álgebra relacional.

2.1. ¿Qué es una tabla?

En base de datos relacionales, las tablas son la unidad de almacenamiento y los campos son la estructura de una tabla, representada por filas (tuplas o registros) y columnas (campos o atributos), que son una colección organizada de datos.

Las tablas, generalmente se conocen como relaciones y deben cumplir las siguientes características:

- No pueden existir tuplas repetidas. Por cada tupla se hace referencia a una información específica, por ejemplo, de cada película: tupla *La guerra de las galaxias*, tupla *El señor de los anillos* y tupla *Mar adentro*.
- Cada tupla tiene un valor por cada campo. El atributo "Titulo" contiene en cada tupla un nombre de película por cada intersección entre la fila y la columna de la tabla. Es un valor atómico, no un conjunto de valores: no se almacenan en el mismo campo el nombre de 2 o más películas.

- El orden de las tuplas no tiene relevancia. No existe la tupla de la fila 1 o la tupla de la fila 2; solo se almacenan los registros sin importar su orden.
- El orden de los campos o atributos no tienen relevancia. Se hace referencia a los atributos por su nombre y no por su ubicación dentro de la tabla.
- Cada tabla tiene un nombre único.

La figura que presenta la "Película", está conformada por los atributos título, año y duración que son los nombres de las respectivas columnas.

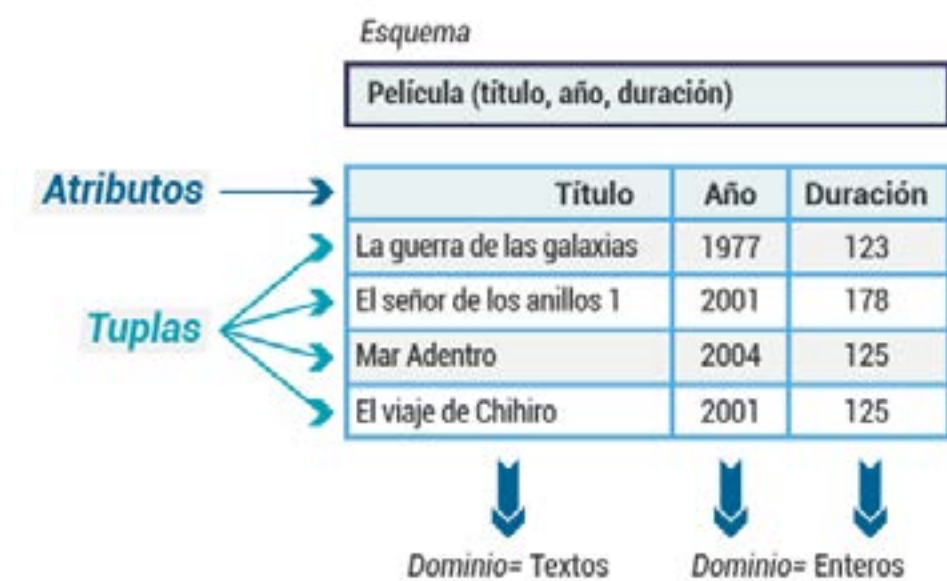


Figura 67. Estructura de la tabla.

Fuente: Castillo (2007). Recuperada de <https://image.slidesharecdn.com/bases-de-datos-parte-510-modelo-relacional-21942/95/bases-de-datos-parte-510-modelo-relacional-4-728.jpg?cb=1191318184>

2.2. Campos

Los campos son la unidad de datos que definen la estructura de la tabla, así como los atributos son para las entidades en el diagrama entidad relación. Se debe considerar que todos los valores de los campos deben ser atómicos.

- Los valores de los campos son atómicos, se le asigna un solo valor en cada tupla.
- Cada campo o atributo tiene nombre único dentro de la tabla o relación.
- Al número de campos o atributos se le denomina grado de una relación. Cada fila es una tupla con el número de valores que defina el grado.

En la siguiente figura se presenta una tabla con tres campos: nombre, nacionalidad e institución.



| Nombre | Nacionalidad | Institución |
|-----------|--------------|-------------|
| Sofia | España | O.N.U. |
| John | EE. UU. | O.M.S. |
| Jacob | Francia | N.A.S.A. |
| Sebastian | Chila | UNASUR |

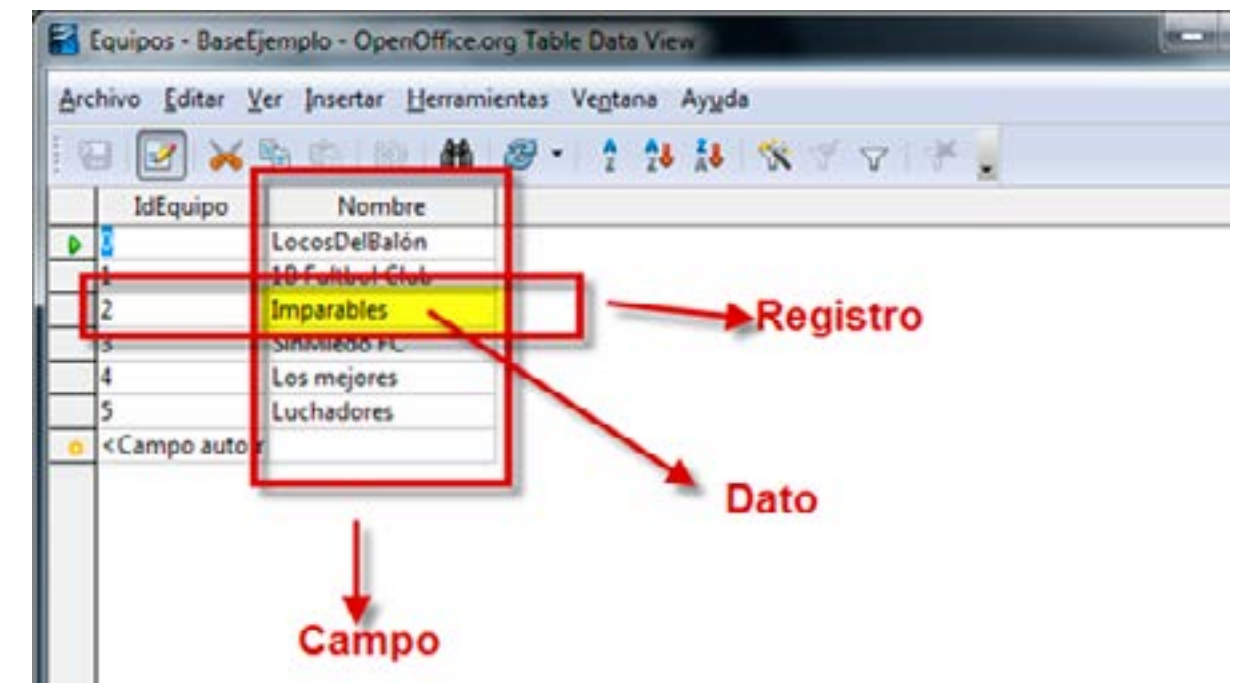
Figura 68. Campos o atributos.

Fuente: Universidad Nacional de Córdoba (2017). Recuperada de http://oftgu.eco.catedras.unc.edu.ar/wp-content/uploads/sites/52/2017/10/Ofi3_IMG_12.png

2.3. Tuplas

Las tuplas o registros son la información almacenada por cada una de las filas de la tabla y su contenido es único para cada fila. Permiten agrupar varios valores como si fuera uno solo:

- El número de tuplas contenidas en la tabla se denomina cardinalidad.
- Una tupla se presenta como un conjunto de pares atributo: valor, así: (Id_equipo:2), (Nombre:Imparables). Las tuplas no tienen ordenación, por lo cual la tupla anterior es igual a la tupla (Nombre:Imparables), (Id_equipo:2). Como se muestra en la figura.



| IdEquipo | Nombre | < Campo auto... |
|----------|---------------|-----------------|
| 1 | LocosDelBalón | |
| 2 | Imparables | |
| 3 | SinNombre FC | |
| 4 | Los mejores | |
| 5 | Luchadores | |

Figura 69. Tuplas.

Fuente: INTEF (2014). Recuperada de http://formacion.intef.es/pluginfile.php/37661/mod_imsccp/content/1/tablas.html

Una tupla puede tener valores nulos, solo cuando no se tiene información del valor del atributo, a excepción de los campos claves: los valores nulos no son un valor cero o una cadena vacía y se deben usar estrictamente cuando así se requiere. Por ejemplo, en el campo "Clave-producto" que es la clave primaria de la tabla se asigna un valor nulo (Null), lo que genera inconsistencias en la base de datos al no permitir identificar la tupla de manera única, por lo cual su uso es inapropiado, de igual manera para el campo "Producto", como se observa la tabla

| Producto | | |
|-------------|----------------|-------------|
| Producto | Clave_producto | Institución |
| Korn Flakes | 98 | Null |
| Nutrileche | 102 | \$10 |
| Playera | Null | Null |
| Null | 105 | \$8 |

Figura 70. Tabla Producto Fuente: Alejandro (2012).

Recuperada de <http://ivanalw.blogspot.com/2012/11/tarea-unidad-5-tratamiento-de-los.html>

2.4. Dominio de un campo

Las restricciones de dominio permiten al usuario definir el rango de posibles valores asignado a un atributo, para darle significado y ayuda a la integridad de los datos al eliminar los valores nulos. Es decir, los dominios son un tipo de dato con el valor válido de un campo para ser almacenado en la base de datos.

Ejemplos de dominios de atributos:

- Valores de dominios: números reales, cadena de textos, fechas, entre otros
- Definir el rango para el campo minimiza errores ortográficos o tipográficos, al ser registrados por el usuario. Por ejemplo, para el campo estado civil: casado, soltero, unión libre, viudo.
- El dominio de la clave principal debe ser el mismo para generar el vínculo entre las tablas asociadas.

En la tabla, se definen rangos de dominios para cada uno de los campos, como se observa en la siguiente figura:

- Apellido, cadena de texto, de 1 a 50 caracteres.
- Edad, valores numéricos que definan el rango entre 21 y 56.
- Nacionalidad, rango de valores que permitan seleccionar los diferentes países.
- El grado de la relación es de 4 valores por cada tupla o fila.
- La cardinalidad de la relación es de 5 y varía según inserción o eliminación de tuplas.

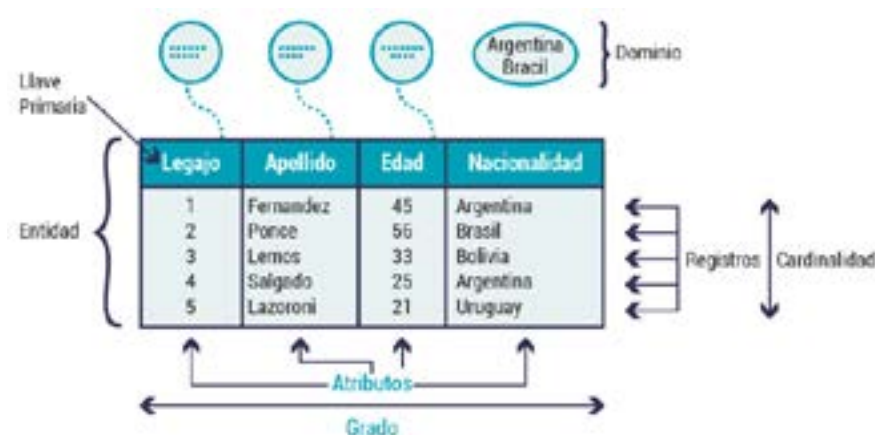


Figura 71. Dominios de atributos.

Fuente: Ciencia y Técnica Administrativa (s. f.). Recuperada de <http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/proyectoinformatico/libro/c3/figc3/Image9.gif>

2.5. Claves primarias, candidatas y foráneas

Una clave primaria es el campo que identifica de manera única e inequívoca cada registro del conjunto de registros de una tabla, y que por medio de los valores de los campos vincula los registros entre las tablas, mediante las relaciones definidas como se observa en la figura.

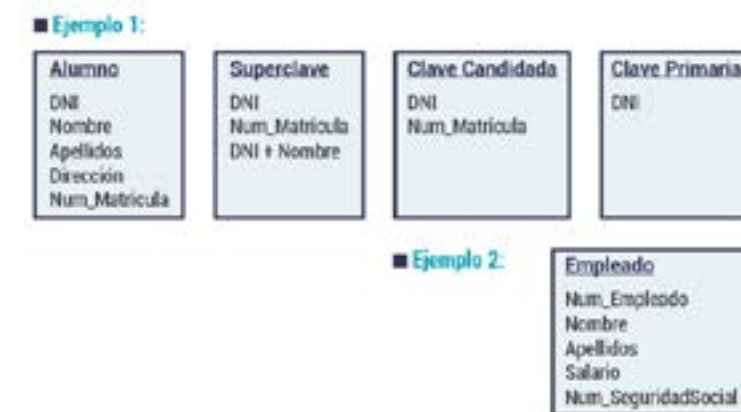


Figura 72. Tipos de claves.

Fuente: Lucho (2015). Recuperada de <https://image.slidesharecdn.com/elmodeloentidadrelacion-150414165112-conversion-gate01/95/el-modelo-entidadrelacion-7-638.jpg?cb=1429048328>

El analista elige las claves relevantes que realizan los vínculos o ligamentos entre las tablas, como la clave primaria y las claves foráneas para evitar los valores nulos y la multiplicidad de los datos. A continuación, se presentan los diferentes tipos de claves con base en los datos relacionales:

- **Superclave o clave compuesta.** conformada por uno o varios campos que permiten definir de manera conjunta y unívoca, cada registro de la tabla. En el ejemplo, DNI, Num-Matricula o DIN+Nombre pueden identificar de manera correcta a la tabla; es el analista quien elige cuál es la más conveniente para acceder a la información de la tabla "Alumno".

- **Clave principal o clave primaria.** es seleccionada de las claves candidatas, permite identificar de manera correcta cada uno de los registros que conforman la tabla, es decir, tiene un significado o interpretación de manera única. Es seleccionada por el analista, de acuerdo con los requerimientos brindados por el usuario. Por ejemplo, el analista seleccionó de las claves candidatas el campo "DNI" como clave principal para acceder a la información de la tabla "Alumno".
 - **Clave candidata.** es el campo clave con las propiedades o características para ser superclave; una tabla puede tener varias claves candidatas para facilitar el acceso a la información de la tabla. Por ejemplo, DNI y Num_Matrícula permiten acceder a la información de la tabla al identificar, de manera única, cada uno los registros.
 - **Clave externa, ajena o foránea.** es el campo clave, alojado en una tabla, que contiene el valor de una clave primaria que pertenece a otra. Por lo tanto, el valor de una clave foránea coincide con el valor de la clave primaria de la otra tabla. **Por ejemplo,** la tabla "Profesor" la conforman los campos: Cédula, Nombres, Apellido, Genero; la tabla "Cubículo" contiene los campos: Nro.Cubículo, Descripción, Ubicación, Cédula. Es así, como la tabla "Cubículo" contiene la clave foránea "Cédula" que aloja los valores de la clave principal "Cédula" de la tabla "Profesor". Además, en una cardinalidad de uno a varios, la clave foránea es asignada en la tabla que recibe la cardinalidad de muchos, por ejemplo: un profesor tiene asignado un cubículo o varios en diferentes momentos, un cubículo puede ser asignado solo a un profesor. Por consiguiente, en la tabla "Cubículo" tiene la cardinalidad de muchos y por ende alberga la clave foránea "Cédula".
 - La propagación de clave significa la acción de multiplicar una clave primaria de una tabla a otra que se aloja como foránea.
 - Como se observa en la figura siguiente, en el ejemplo, la tabla "Departamento" tiene la clave primaria "Id-departamento", que se extiende o propaga a la tabla "Empleado" como clave foránea "Id-departamento".
- El valor de la clave foránea y clave primaria es el mismo, aunque se nombren de manera diferente; para permitir la relación entre las tablas.

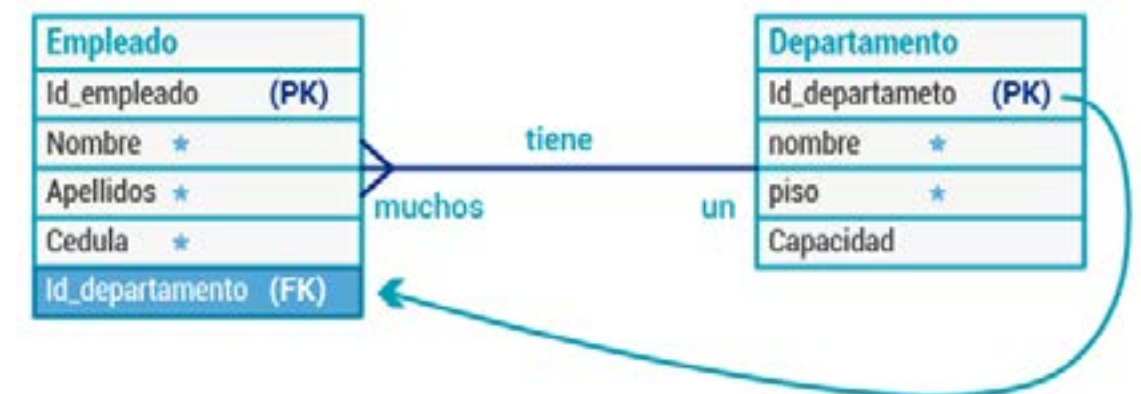


Figura 73. Clave foránea.

Fuente: Informática aplicada (2012). Recuperada de <https://irfeyal.wordpress.com/bases-de-datos/modelamiento-de-bdd/>

En suma, las restricciones o reglas de integridad permiten validar la información almacenada en la base de datos, y en el modelo relacional hacen referencia a la clave primaria, clave foránea, así:

- La clave primaria no puede tener valores nulos.
- Los valores de la clave foránea deben coincidir con los valores de la clave primaria o ser nulos, en casos excepcionales.

2.6. Reglas de mapeo del modelo entidad relación al modelo relacional

En la técnica de conversión, transformación o mapeo de un diagrama entidad relación al modelo relacional, se puede perder la semántica que usa el diagrama entidad relación y por ello se convierte en restricciones que dan integridad a la base de datos, tal como se aprecia en la figura que está a continuación.

- En el modelo relacional una entidad es una relación o tabla.
- Integridad de entidad: ninguna clave primaria puede tomar valor nulo.

- Propagación de clave, se refiere a la acción de reproducir, extender, multiplicar o difundir una clave de una tabla a otra tabla.

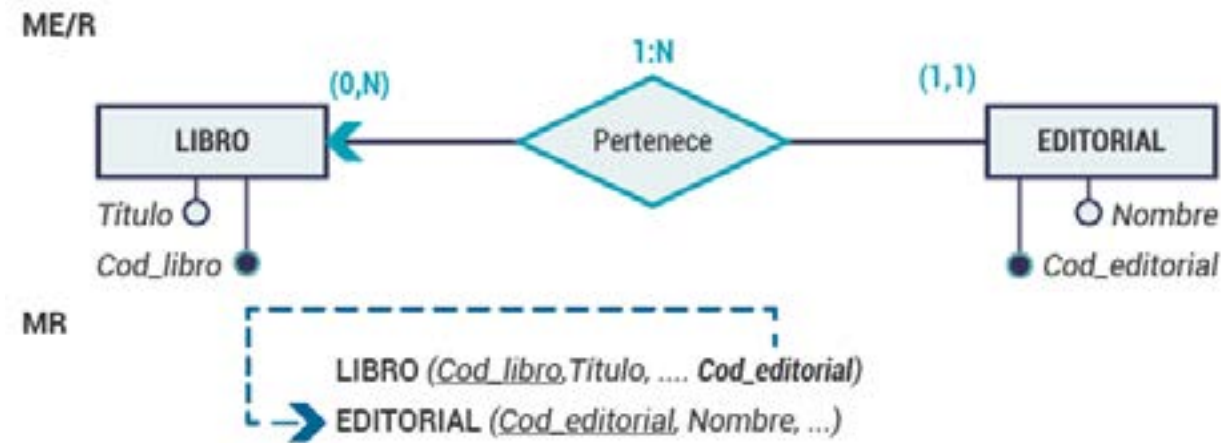


Figura 74. Conversión del modelo MER al MR.

Fuente: DaumierWebandProgramming. (2013). Recuperada de <https://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/4.jpg>

A continuación, se presentan las reglas para convertir un diagrama entidad relación en el modelo relacional:

2.6.1. Regla #1: identificar las entidades fuertes

Convierta cada una de las entidades fuertes a tablas, conserve el nombre y los atributos como los campos, es decir los nombres de las columnas. Se recomienda ubicar en la primera columna la clave primaria de la tabla. La entidad fuerte se convierte en la tabla principal, que contiene los registros importantes de la base de datos y requiere de entidades débiles, es decir, de tablas auxiliares para completar la información almacenada en la tabla. Por ejemplo, la tabla principal "Cliente" requiere las tablas auxiliares "Tipo de cliente", "XX" para conformar la información completa del cliente.

- El campo clave se subraya para indicar que es la clave primaria de la tabla. En la próxima figura, se presenta un ejemplo en donde se realiza un paralelo entre los elementos utilizados en el modelo entidad relación y el modelo relacional, mediante la entidad fuerte "Cliente" con sus atributos seguridad social, nombre cliente, ciudad cliente y calle. Se transforman en el modelo relación como la tabla "Cliente" y sus campos.
- Cliente: (seguridad social, nombre-cliente, ciudad-cliente, calle)

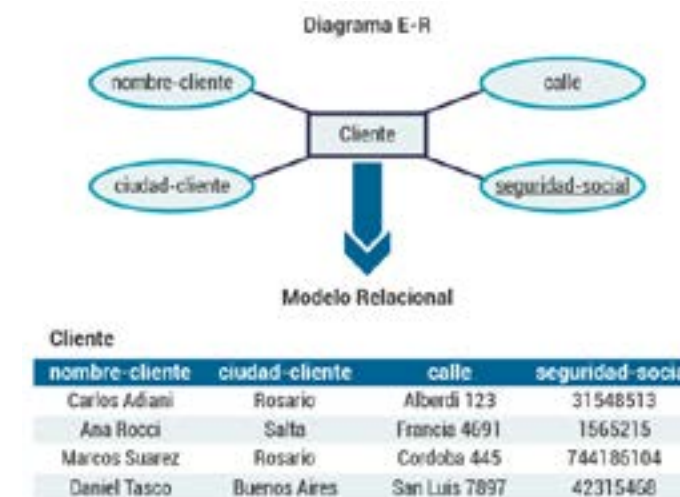


Figura 75. Modelo MER y MR.

Fuente: Banda Geek (2020). Recuperada de <https://bandageek.com/2017/02/el-modelo-entidad-relacion-y-el-modelo-relacional-en-bases-de-datos/>

2.6.2. Regla #2: identificar las entidades débiles y sus relaciones con las entidades fuertes

Cada entidad débil se representa en una tabla y cada uno de sus atributos se ubican en una columna. Adicionalmente, se crea una columna para alojar la clave primaria de la entidad fuerte con la que está relacionada en el diagrama entidad relación. Es así, que la entidad débil se convierte en tablas auxiliares, que complementan o completan la información almacenada en las tablas principales. Como se muestra en la figura.

- También se incluyen las tablas intermedias que comparten información de varias tablas principales de una relación terciaria: la entidad débil realiza una dependencia por existencia o por identidad de la entidad fuerte.

- El analista debe verificar la redundancia que puedan generar las entidades débiles al convertirlas en tablas, por lo cual se pueden omitir, según la situación.
- La entidad fuerte "Planta" se asocia la entidad débil "Cama" mediante la relación "tiene", por lo cual:
- Planta: (num-planta, capacidad), la tabla conserva todos los atributos de la entidad.
- Cama: (num-cama, num-planta), la entidad débil conserva sus atributos y se adiciona la clave primaria de la tabla "Planta", se forma una clave primaria compuesta. Si la entidad débil tuviera más atributos se adicionan.



Figura 76. Identificar entidades débiles.
Elaboración propia.

2.6.3. Regla #3: identificar los atributos compuestos en cada una de las entidades

El analista debe evaluar la importancia de consultar la información de ese atributo y decidir si asigna a cada uno de estos un campo de manera independiente.

- Un atributo compuesto "nombre empleado", conformado por un único valor "Ana Torres", se considera relevante que se consulte por frecuencia por el nombre o el apellido, por lo cual se debe diseñar un campo para "nombre" y otro campo para "apellido". Puede ampliarse a más campos así: primer nombre, segundo nombre, primer apellido y segundo apellido.

2.6.4. Regla #4: identificar atributos multivalorados en las entidades

Cuando un atributo contiene varios valores es posible que se requiera una tabla para almacenarlos. En el modelo relacional, se deben evitar los valores multivalorados y deben transformarse en valores atómicos. En situaciones como días de la semana, que es una información estática, no sería necesario crear una tabla, pero cuando los valores son cambiantes en el tiempo, el analista de base de datos decide si es pertinente crear una tabla, conformada por una mínimo tres columnas: una para la clave primaria propia de la tabla, otra para la clave primaria de la entidad donde está contenido el atributo multivalorado, constituyéndose en la clave foránea, y una tercera columna que contiene el valor del atributo multivalorado. Como se muestra en la próxima figura.

- El analista debe verificar los valores que almacena la clave foránea, para evitar la multiplicidad y redundancia en la base de datos.
- Otra opción es crear una clave primaria compuesta o concatenada, para evitar el uso de la clave foránea en la creación de la nueva tabla con los valores multivalorados. Esta clave se conforma por la clave primaria de la entidad que alberga el valor multivalorado más el atributo multivalorado.

La entidad "Departamento" contiene el atributo principal "Número-Dpto" y el atributo multivalorado "Lugares", además "Nombre_Dpto". Una solución para esta situación es:

- El atributo "Lugares" se transforma en la tabla "Lugares": (Número_Dpto, Lugar) y toma la clave primaria de la tabla "Departamento".

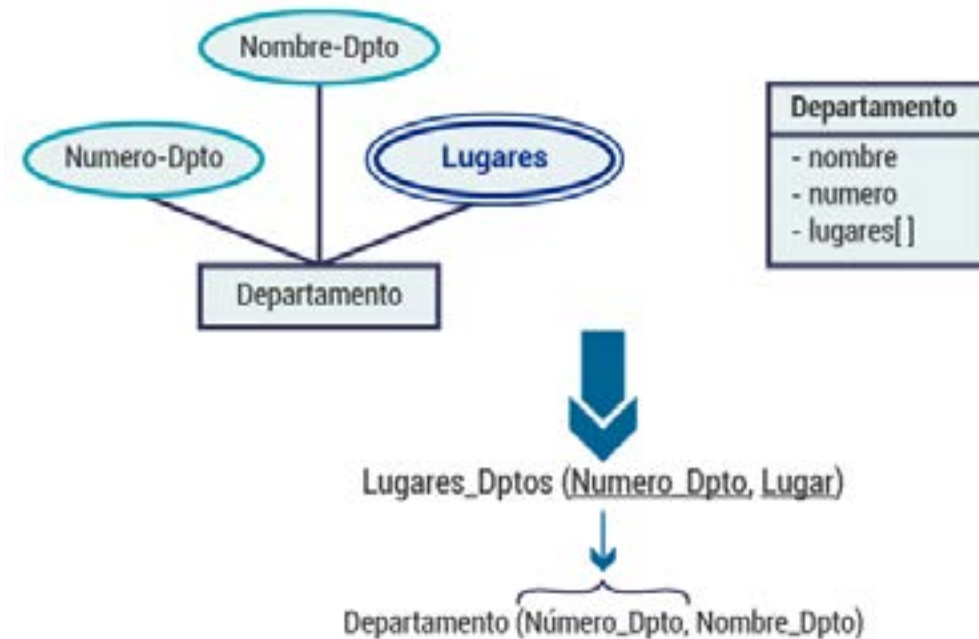


Figura 77. Atributos multivalorados.

Fuente: Gutiérrez (2010). Recuperada de http://www.codecompiling.net/files/slides/BD_clase_07_ERE_relacional.pdf

2.6.5. Regla #5: identificar los atributos derivados

Los campos de tipo derivados se almacenan en una columna de la tabla que los contiene, y se debe tener cuidado con estos atributos para no generar redundancia o dependencia de datos. Además, los atributos derivados se pueden combinar con las demás categorías de atributos, lo que implica que el analista consulte los valores almacenados en este tipo de atributo.

- En el modelo relacional se recomienda evitar los atributos derivados, y se implementa un procedimiento en la base de datos, que se conoce como disparador o *trigger*, para calcular de manera automática el valor del atributo que es derivado de otros atributos.

2.6.6. Regla #6: identificar los atributos de las relaciones entre entidades

Todos los atributos de la relación conforman una tabla y se adicionan las claves primarias de las entidades que están asociadas a la relación.

- El atributo de la relación se conoce como atributo discriminante de la relación.

La relación entre las entidades fuertes "Cliente" y "Cuenta" es "CtaCli", la cual asocia a un cliente con la cuenta mediante el atributo fecha. Por lo tanto, se convierte la relación "CtaCli" en una tabla que incluye las dos claves primarias y el atributo de la relación "fecha":

- Tabla CtaCli: (seguridad social, número-cuenta, fecha).

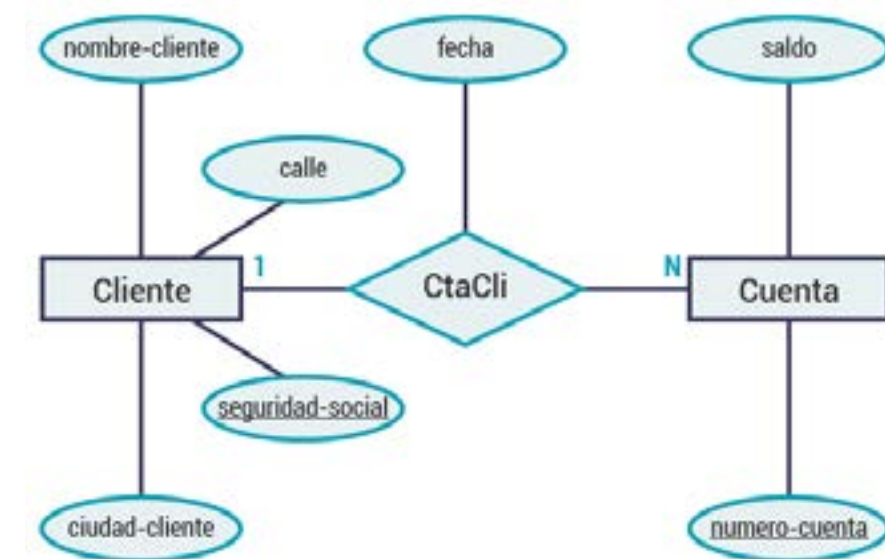


Figura 78. Atributos de las relaciones.

Fuente: Banda Geek. (2020). Recuperada de <https://bandageek.com/2017/02/el-modelo-entidad-relacion-y-el-modelo-relacional-en-bases-de-datos/>

2.6.7. Regla #7: identificar las relaciones entre entidades que presenten cardinalidad de uno a varios

La relación de 1: N se convierte en una tabla, que contenga los atributos de la entidad sobre la que recae el valor máximo de la cardinalidad, es decir varios. El analista decide qué atributos debe incluir, y se adiciona otra columna para albergar el atributo clave de la entidad que tiene la cardinalidad con el valor de uno. Es decir, la clave foránea siempre hace referencia a la clave primaria de la entidad de cardinalidad con valor de uno y genera el vínculo entre las dos tablas.

- La propagación de clave significa la acción de multiplicar una clave primaria de una tabla a otra tabla que se aloja como foránea.
- En la cardinalidad de uno a varios, se propaga el atributo principal de la entidad con cardinalidad en uno hacia la entidad con cardinalidad en muchos.
- Se recomienda convertir la relación de 1: N en una tabla, como se aplica en las relaciones de varios a varios con la clave primaria de la entidad con cardinalidad varios; cuando el analista evalúa si el número de instancias, extensiones, ocurrencias o ejemplares de la entidad son pocas y la clave propagada contiene valores nulos.

A continuación, se presentan varias situaciones, en las cuales la cardinalidad es de uno a varios.

En una relación reflexiva, donde la entidad "Médico" se asocia consigo misma mediante la relación "tiene":

- Un médico tiene un jefe médico, y un jefe médico tiene a cargo varios médicos.
- La entidad "Médico" se transforma en la tabla "Médico", conformada por los campos propios de la entidad más el atributo de la relación "tiene", así: (Cod_Med, DNI, Nombre, Dirección, Sueldo, Cod_Jefe).

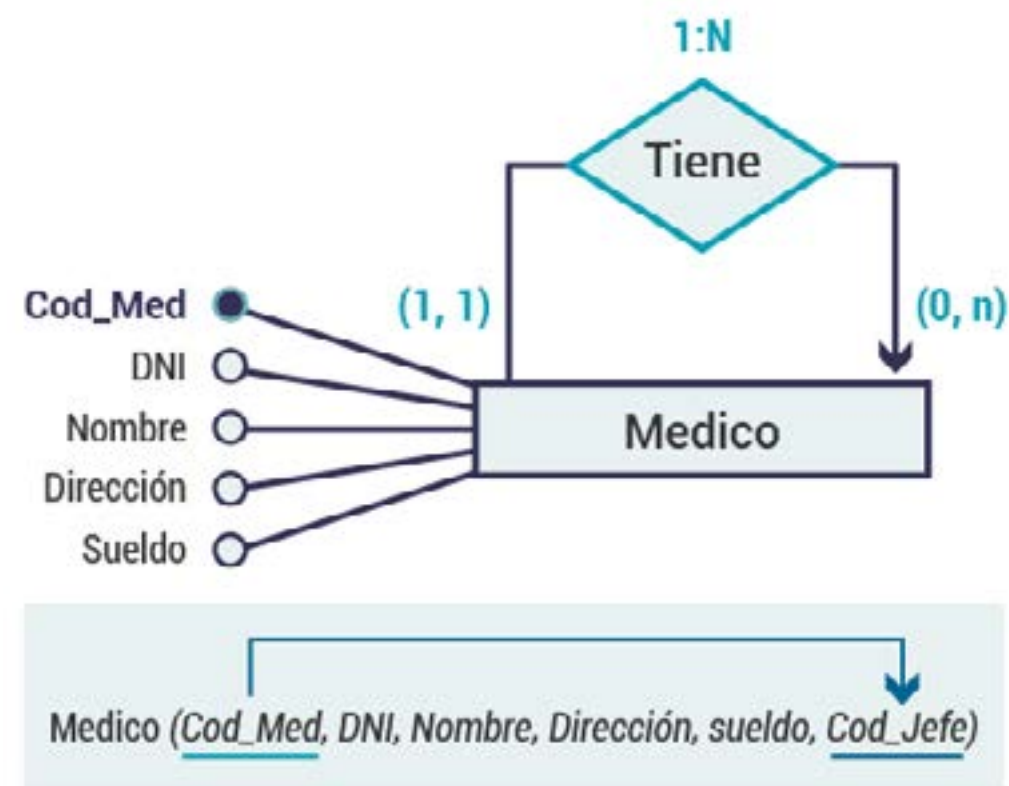


Figura 79. Relaciones entre entidades.

Fuente: Bohr (2013). Recuperada de <https://analisisyprogramacionoop.blogspot.com/2013/05/transformacion-del-esquema-er-al.html>

Como se observa en la siguiente figura, la entidad "Médico" se asocia con la entidad "Especialidad" mediante la relación "pertenece":

- Un médico pertenece a una especialidad y una especialidad tiene uno o varios médicos.
- La entidad "Médico" se transforma en la tabla "Médico" y sobre esta entidad recae la cardinalidad varios, lo que indica que la tabla "Médico" debe contener la clave primaria de la entidad "Especialidad" que se convierte en la clave foránea por estar contenida en "Médico", así: (Cod_Med, DNI, Nombre, Dirección, Sueldo, Cod_Jefe, Cod_Esp). Observe que tiene Cod_Jefe por la relación reflexiva de Médico:Médico.

- La entidad "Especialidad" se transforma en la tabla "Especialidad" con los campos (Cod_Esp, Nombre, Hospital). Sobre esta entidad recae la cardinalidad de uno; por lo tanto, no incluye la clave foránea de la tabla "Especialidad".

La entidad "Médico" se asocia a la entidad "Familiar", mediante la relación "tiene":

- Un médico puede tener uno o varios familiares, y un familiar solo puede estar en el grupo familiar de un médico.
- Sobre la entidad "Familiar" se convierte en la tabla "Familiar".
- Sobre la entidad "Familiar" recae la cardinalidad de muchos, por lo cual la tabla "Familiar" debe tener un campo con la clave foránea Cod-Med que referencia la clave primaria de la tabla "Médico".
- La entidad "Médico" presenta una cardinalidad de uno, por lo cual no incluye en su tabla ninguna clave foránea de la tabla "Familiar".

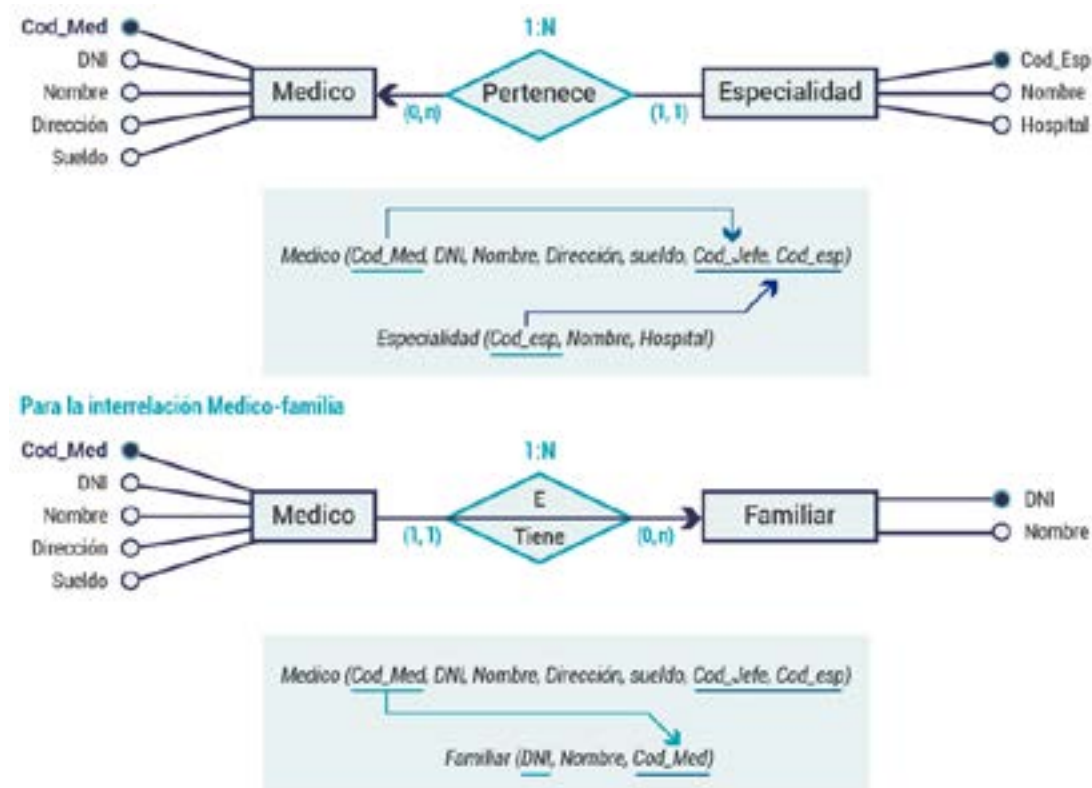


Figura 80. Transformación del modelo MER al MR.

Fuente: Bohr (2013). Recuperada de <https:// analisisyprogramacionoop.blogspot.com/2013/05/transformacion-del-esquema-er-al.html>

2.6.8. Regla #8: identificar las relaciones entre entidades que presenten cardinalidad de varios a varios en relaciones de grado 2 o superior

Las relaciones con cardinalidad de muchos a muchos se transforman en una tabla y su clave primaria compuesta está conformada por los atributos principales de cada entidad vinculada a la relación y se adiciona una columna por cada atributo de la relación, en caso de tenerlo. Es decir, la clave compuesta contiene claves foráneas que referencian las claves primarias de cada una de las tablas. Como se muestra en la figura, a continuación.

La entidad "Médico" se asocia a la entidad "Proyecto de investigación", mediante la relación "Trabaja", la cual tiene el atributo "función":

- Un médico trabaja en uno o varios proyectos y un proyecto es realizado por uno o varios médicos, lo que genera una cardinalidad de N:M.
- La relación "trabaja" se transforma en la tabla "Trabaja", conformada por los atributos claves de las entidades "Médico" y "Proyectos de investigación", y se adiciona el atributo de la relación "función": tabla Trabaja (Cod_Med, Cod_Proy, Función).
- La clave compuesta de la tabla "Trabaja" contiene dos claves foráneas: Cod_Med, Cod_PRoy, que son claves principales en sus respectivas tablas.

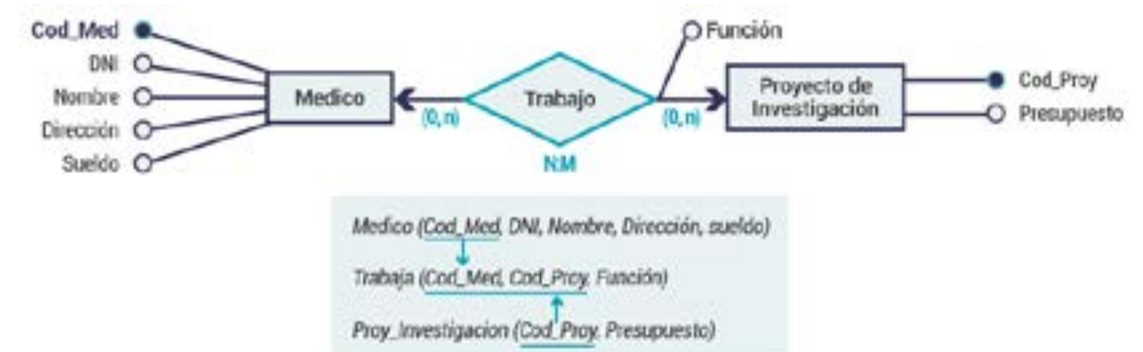


Figura 81. Relaciones de grado 2.

Fuente: Bohr (2013). Recuperada de <https:// analisisyprogramacionoop.blogspot.com/2013/05/transformacion-del-esquema-er-al.html>

2.6.9. Regla #9: identificar las relaciones entre entidades que presentan cardinalidad de uno a uno

En una cardinalidad de uno a uno, se relacionan dos entidades fuertes, por lo cual cada entidad se transforma en una tabla, y cada tabla debe incluir la clave foránea que vincule las dos tablas.

El analista decide cuáles tablas genera; porque pueden darse varias alternativas que brinden solución, y en especial debe evitar valores nulos y multiplicidad de datos producidos por el uso de las claves foráneas.

La relación binaria de uno a uno es un caso especial de la relación de uno a varios y no se brinda una regla definida, se pueden generar dos alternativas para la transformación, mediante la propagación de clave o creación de una tabla.

- En una cardinalidad de uno a uno, se puede propagar la clave en cualquier sentido, según lo defina el analista: cuando la cardinalidad de las entidades es de (1,1).
- La relación de uno a uno se convierte en una tabla, con las claves primarias de las entidades que se asocian: cuando la cardinalidad de las entidades es de (0,1) y (1,1).

La entidad "Empleados" se vincula con la entidad "Puestos de trabajo" mediante la relación "ocupa".

- Un empleado ocupa un puesto de trabajo y un puesto de trabajo es solo ocupado por un empleado.
- La entidad "Empleado" se convierte en la tabla "Empleado": (Cod_Empl, Nombre, Teléfono, Salario).
- La entidad "Puesto de trabajo" se convierte en la tabla "Puesto de trabajo": (Cod_PT, departamento).

Alternativa 1: El analista elige en cuál de las entidades adiciona la clave foránea de la tabla contraria, así:

- Empleado:(Cod_Empl, Nombre, Teléfono, Salario) y Puesto de trabajo:(Cod_PT, departamento, Cod_Empl).
- Empleado:(Cod_Empl, Nombre, Teléfono, Salario, Cod_PT) y Puesto de trabajo:(Cod_PT, departamento).

Alternativa 2: consiste en transformar la relación entre "Empleado" y "Puesto de trabajo" en la tabla "Puesto de trabajo", con los campos claves de las dos tablas.

- Puesto de trabajo: (Cod_Empleado, Cod_PT)

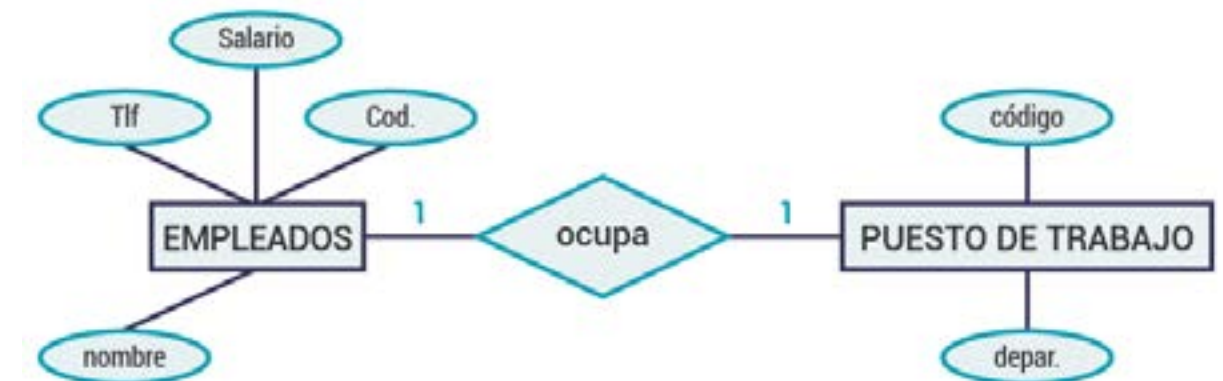


Figura 82. Transformar relaciones.

Fuente: Gutiérrez (2013). Recuperada de <http://www.dryvalleycomputer.com/images/stories/BD/ej5.jpg>

2.6.10. Regla #10: identificar las relaciones de grado 3

En la asociación de tres entidades, la relación se transforma en una tabla integrada por las claves primarias de las entidades que se relacionan a ella y forman su clave primaria compuesta o concatenada, más el atributo discriminante, si la relación lo contiene.

- El analista debe analizar la cardinalidad entre las entidades y seleccionar la mejor alternativa de las soluciones presentadas.
- En la cardinalidad de (1,1) o (0,1) se verifica la construcción de la clave desde una nueva clave propia de la nueva tabla o concatena las claves primarias de las entidades relacionadas.

La relación "tiene" se conforma por las claves primarias de las entidades "Cliente", "Cuenta" y "Sucursal"; a veces se renombra esta relación para brindarle mayor significado.

- La tabla "Tiene": (num-cliente, num-cuenta, num-sucursal).

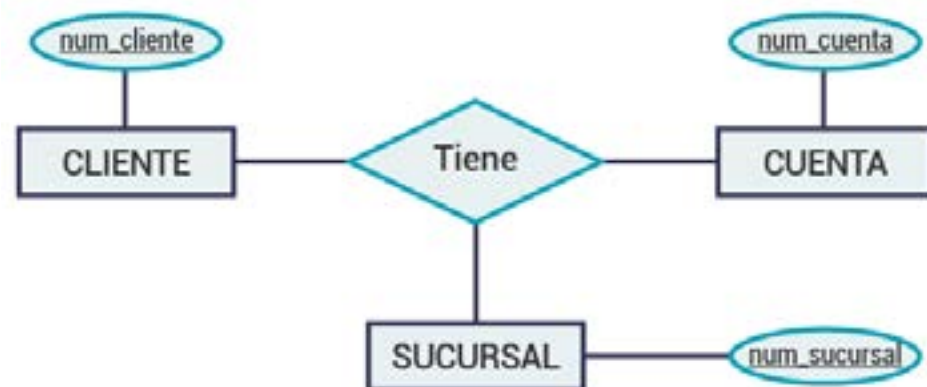


Figura 83. Relaciones de grado 3
Elaboración propia.

En las relaciones de especialización y generalización, se proponen tres estrategias para realizar la transformación del diagrama entidad relación extendido al modelo relacional, que deben ser evaluadas por el analista, al tomar en cuenta la semántica y eficiencia. Estas son:

- Crear una única tabla:** conformada con todos los atributos de todas las subclases, que componen la relación con la superclase. Por consiguiente, los atributos de la superclase se fusionan con todos los atributos de las subclases, especialmente cuando la cantidad de atributos de cada subclase son pocos, y se adiciona a la tabla fusionada una columna para el atributo discriminante que permita identificar cada tupla de la tabla.
- Crear una tabla por cada subclase y otra para la superclase:** cada subclase hereda la clave primaria de la superclase y se convierte en la clave primaria de la tabla creada por cada subclase, y la superclave crea una tabla con el atributo discriminante que permita identificar cada tupla de la tabla. Esta estrategia se recomienda cuando cada subclase contiene varios atributos propios o se requiere para los diferentes vínculos con otras entidades de la jerarquía.
- Crear una tabla por cada subclase:** las subclases heredan todos los atributos de la superclase y desaparece la superclase.

En el ejemplo, la superclase "Documento" contiene la clave primaria "Código" y se vincula por la relación "es-un" con las subclases "Artículo" y "Libro" con la cardinalidad (0,1): un documento es de tipo artículo o es de tipo libro (disjunta parcial), un artículo es un tipo de documento y un libro es un tipo de documento.



Figura 84. Transformación tabla Documento.

Fuente: DaumierWebandProgramming. (2013) Recuperada de <http://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/9.jpg>

Crear una única tabla

tabla documento: (Código, título, idioma... tipo)

- Se crea una única tabla: documento.
- Fusiona todos los atributos de superclase y subclases: documentos + artículos + libros: código, títulos, idioma.
- Se adiciona el atributo discriminante: tipo.
- Clave primaria: código.

Esta solución permite acceder más rápido a una tupla específica, por lo cual mejora la eficiencia.

Requiere que la superclase sea de una subclase u otra: aplica solo para especializaciones disjuntas, donde el atributo discriminante puede tener un valor diferente para una subclase, se puede tomar como un valor multivalorado:

- tipo 1: artículo.
- tipo 2: libro.
- tipo 2: revistas.

Se crea una tabla con la clave primaria y el nombre del atributo discriminante "tipo", en caso de que existan muchas especializaciones y la tabla sea la mejor opción. La tabla documentos contendrá una clave foránea con la clave primaria de la tabla "TIPO".

- tabla Documento: (código, título, idioma... Cod-tipo)
- tabla Tipo: (Código, Cod_Tipo, Nombre_Tipo)

Crear una tabla por cada subclase y otra para la superclase

La clave primaria de la superclase (Código) se propaga a cada una de las subclases:

- Tabla Documento: (Código, título, idioma... tipo)
- Tabla Artículo: (Código, ...)
- Tabla Libro: (Código, ...)

Esta solución es la más aplicada, por la semántica que conserva y aumenta su eficiencia al realizar consultas a la superclase.

Las subclases se transforman en tablas débiles, conservan la clave primaria de la superclase y requieren de un atributo discriminador para diferenciar cada tupla.

Se usan totales o parciales

Crear una tabla por cada subclase

- Tabla Artículo: (Código, título, idioma...)
- Tabla Libro: (Código, título, idioma)

Esta solución conserva en las nuevas tablas los atributos comunes de la superclase más los propios de cada subclase, la cual se elimina. La eficiencia varía de acuerdo con los atributos a consultar. Aplica para especializaciones disjuntas y totales. En las disjuntas, se requiere de un disparador (*trigger*) para definir que el documento es de tipo libro o artículo.

El modelo entidad relación es representado mediante entidades, relaciones y atributos, y el modelo relacional se conforma de tablas para representar los datos y sus relaciones. A continuación, se muestra la presentación del diagrama Modelo Entidad Relación (parte superior de la imagen) y el Modelo Relacional (parte inferior de la imagen):

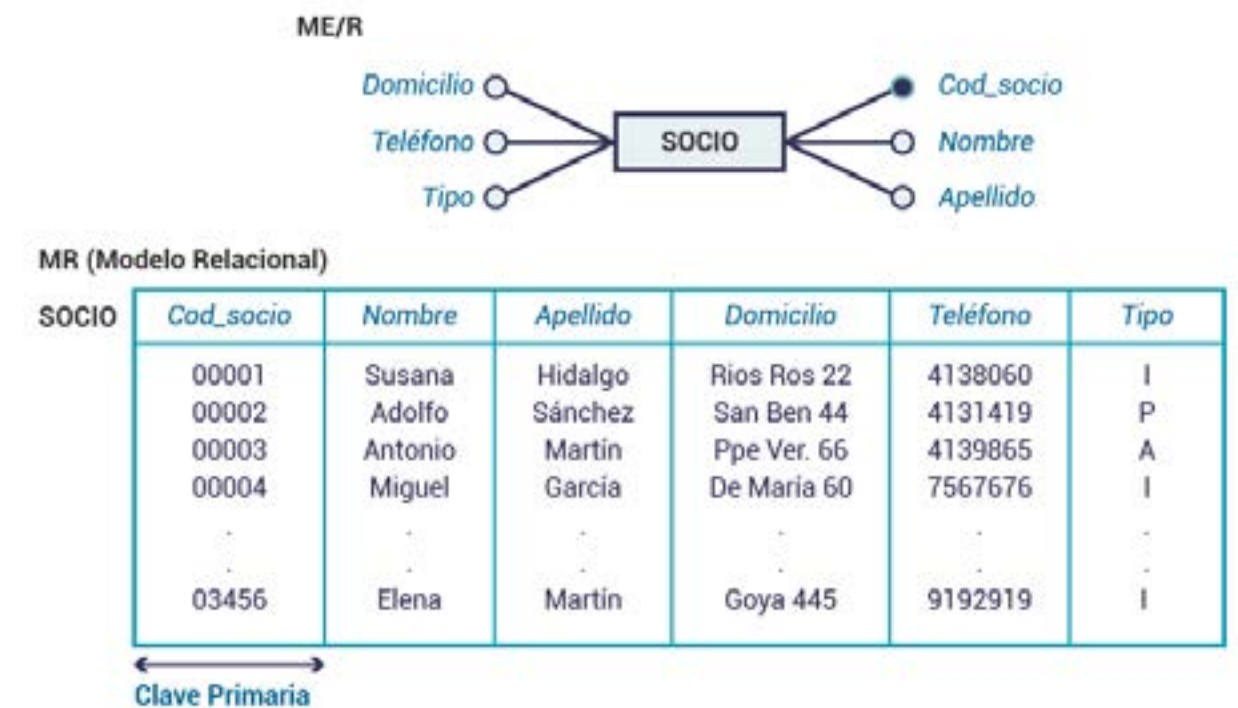


Figura 85. Mapeo de MER a MR.

Fuente: DaumierWebandProgramming. (2013). Recuperada de <https://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/12.jpg>

Modelo Entidad-Relación

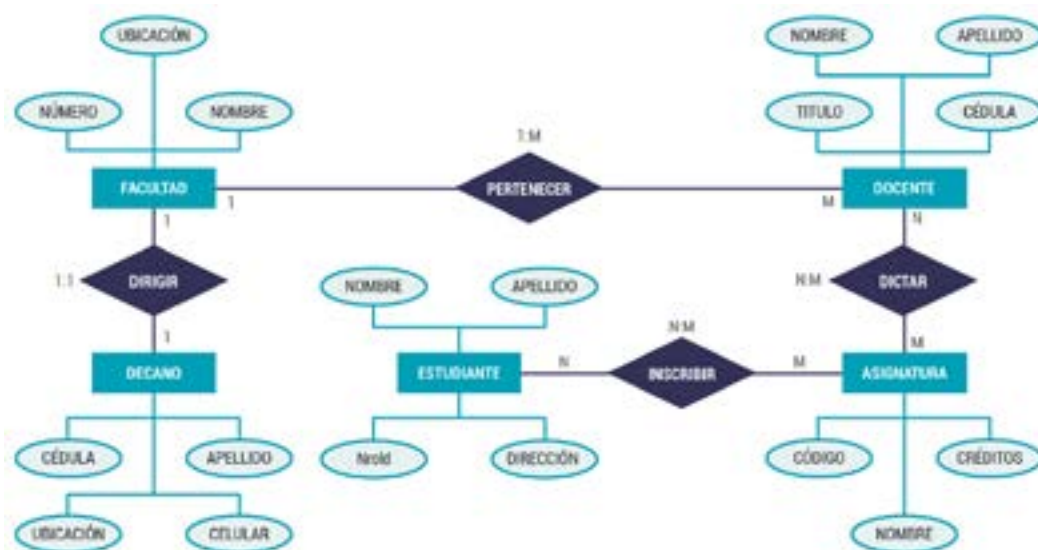


Figura 86. Ejemplo del Modelo Entidad – Relación.

Fuente: MinTIC (s. f.). Recuperada de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n2g10_pweb1/nivel2/web1/unidad2/leccion3.html

Modelo Relacional

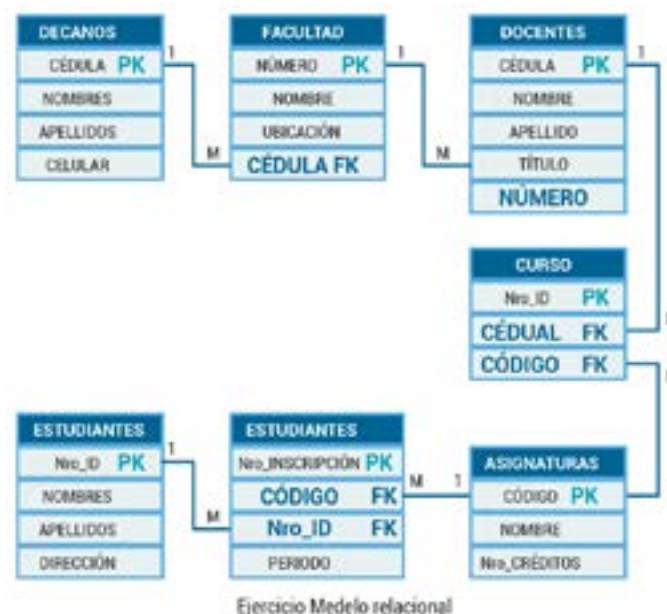


Figura 87. Ejemplo Modelo Relacional.

Fuente: MinTIC (s. f.). Recuperada de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n2g10_pweb1/nivel2/web1/unidad2/leccion4.html



Profundicemos

Te invito a explorar en los temas de los modelos relacionados con los diagramas de entidad relación y el modelo relacional a través del siguiente contenido:

- **Tema:** de diseño lógico a diseño físico.

Enfoca tu aprendizaje a: la identificación de las claves para construir los diagramas entidad relación

[Merche Marqués Andrés]. (29 de septiembre de 2015). Diseño de bases de datos (II): diseño lógico y diseño físico [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/21q2XhbHmNc>

- **Tema:** Ejemplos de diagramas entidad relación.

Gutiérrez, C y Navarro, G. (s. f.). CC42A: Bases de datos

Auxiliar: Modelo Entidad-Relación y Modelo Relacional. Recuperado de https://users.dcc.uchile.cl/~raparede/clases/cc42a/auxER_ModRel/auxER_ModRel.html

Enfoca tu aprendizaje a: los diagramas entidad relación y su transformación al modelo relacional.

- **Tema:** mapeo del diagrama entidad relación al modelo relacional.

Gutiérrez, J. (2013). Transformación del modelo entidad-relación al modelo relacional. Dry-Valley-Computer. Recuperado de <https://bit.ly/2xufRBg>

Enfoca tu aprendizaje a: presenta ejemplos para la transformación de diagramas entidad relación básicos a modelo relacional.

- **Tema:** mapeo del diagrama entidad relación al modelo relacional.

DaumierWebandProgramming. (2013). Reglas de transformación del modelo E/R al modelo relacional. *daumindex.wordpress.com*. Recuperado de <https://bit.ly/2TMiEyz>

Enfoca tu aprendizaje a: con ejemplos básicos, expone la transformación de diagramas entidad relación básicos a modelo relacional.

Es así, que el proceso de transformación del modelo entidad relación al modelo relacional, permite depurar la estructura de los datos al eliminar información duplicada e innecesaria y verificar el valor no nulo de los claves primarias y foráneas.

3. Álgebra Relacional

El modelo relacional utiliza lenguajes de manipulación de datos (DML) por medio de dos acciones: la consulta a los datos y la actualización de los datos almacenados en la base de datos. Esto es, el lenguaje SQL se basa en los lenguajes de consulta: procedimental como el álgebra relacional y el lenguaje no procedimental o declarativo como el cálculo relacional. En cuanto a la actualización, permite modificar los datos de la base de datos almacenada, estos son de tres tipos: inserción, borrado y modificación.



¡Importante!

Te invito a que observes este video

[Gustavo Dejean]. (s. f.). Álgebra Relacional [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Yo6LEKqkdz0&feature=youtu.be>



Figura 88. Relación de tablas en álgebra relacional.

Fuente: Bedoya Restrepo (2013).

Las relaciones generadas de una consulta, pueden ser usada como entrada de otra operación del álgebra relacional con la posibilidad de combinar diferentes operaciones.

Las operaciones del álgebra relacional se organizan por diferentes criterios, entre ellos el usar una o dos tablas (relaciones) como entrada en las operaciones, así:

Las operaciones unarias operan sobre una tabla:

- Selección, selecciona tuplas.
- Proyección, selecciona columnas.
- Renombrar, cambia el nombre a una relación o atributo.

Las operaciones binarias operan sobre dos tablas:

- Unión, realiza la unión de tablas.
- Intersección, realiza la intersección de tablas.
- Diferencia de conjunto.
- Producto cartesiano, combina tablas.
- División.

Otra clasificación, se fundamenta si la operación es la base para crear otras operaciones o combina varias operaciones en la expresión del álgebra relacional:

- Operaciones primitivas: selección, proyección, renombrar, diferencia, unión y producto cartesiano.

Operaciones no primitivas: unión natural, intersección y división

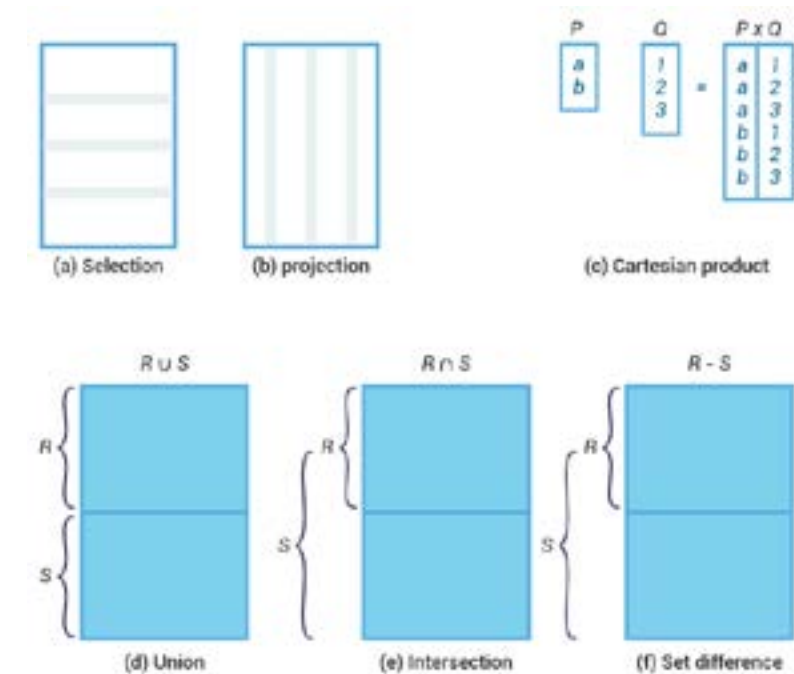


Figura 89. Operaciones básicas del álgebra relacional.

Fuente: Begg & Connolly (2005)

Recuperada de es.slideshare.net/albertsinergy/algebra-y-calculo-relacional

El álgebra relacional se fundamenta en la teoría de conjuntos y hace uso de los operadores lógicos, como son:

Tabla 11. Operadores lógicos

| Operador lógico | Significado |
|-----------------|-------------------|
| = | Igual a |
| < | Menor que |
| > | Mayor que |
| <> | Diferente de |
| >= | Mayor o igual que |
| <= | Menor o igual que |

Elaboración propia (2020).

3.1. ¿Para qué sirve el álgebra?

El álgebra relacional permite la recuperación de la información de las bases de datos relacionales, mediante la construcción de consultas procedimentales que usa relaciones (tablas) para generar el resultado, tales operaciones son: selección, proyección, unión, diferencia, producto cartesiano, intersección, reunión natural, renombramiento y división. Más aún, permite comprender la construcción básica de las consultas internas realizadas en el SGBD y es la base de las consultas del lenguaje estructurado de consultas SQL.

Por lo tanto, el álgebra relacional permite optimizar las consultas al comprender cómo se construyen los procedimientos en el lenguaje de consulta estructurado SQL y las consultas propias en el SGBD. Con el álgebra relacional se busca la estrategia más eficiente para generar los resultados mediante la combinación de las operaciones, y es a través de las relacionales que el SGBD accede a la información. En consecuencia,

se dice que un lenguaje está relacionalmente completo [6.1] si es por lo menos tan poderoso como el álgebra; es decir, si sus expresiones permiten la definición de cada relación que puede ser definida por medio de expresiones del álgebra (Date, 2001, pág. 161).

3.2. Operaciones del álgebra relacional

Para abordar las operaciones del álgebra relacional, el siguiente ejemplo presenta el esquema de base de datos donde emprendedores conforman a nivel nacional el proyecto para apoyar el turismo de sus regiones, por lo cual se arriendan fincas a los turistas en general, así:

a) Tabla Nombre: (lista de atributos). Donde la clave primaria de la tabla se subraya y los atributos se separan por comas.

- Tabla Regiones: (Cod-Región, Nom_Región, Portal_Web).
- Tabla Asesor: (Cod_Asesor, Nombre_Ase, Apellidos_Ase, Teléfono_Ase, Comisión, AseCod-Región_Ase).

- Tabla Finca: (Cod_Finca, Tipo_Finca, Cod_Propietario, Cod-Región_Fin, Estado_Disponible, Valor_Alquiler).
- Tabla Propietario: (Cod_Propietario, Nombre_Pro, Apellido_Pro).
- Tabla Turista: (Cod_Turista, Nombre_Tur, Apellidos_Tur, Tel_Tur).
- Tabla Valoración: (Cod_Turista_Alq, Cod_Finca_Alq, Valoracion, Fecha).

b) Tabla Regiones_Col: cada región puede tener una o varias fincas para alquilar. Una región puede tener uno o más asesores.

c) Tabla Asesor: un asesor solo pertenece a una región. Un asesor puede apoyar el proceso de alquiler de una o varias fincas.

d) Tabla Finca_Turística: una finca pertenece solo a un propietario. Una finca pertenece solo a una región. Una finca puede ser alquilada por un turista o varios en diferentes momentos.

e) Tabla Propietario: Un propietario puede tener una o varias fincas.

f) Tabla Turista: un turista puede alquilar una finca o varias fincas en diferentes momentos.

g) Tabla Valoración: integra las claves primarias de las tablas Turista y Finca para permitir la valoración del inmueble por parte de los turistas. Una finca puede tener una o varias valoraciones.

Las siguientes instancias de las tablas detallan la estructura de los datos:

Tabla 12. Tabla Regiones Col.

| TABLA REGIONES_COL | | |
|--------------------|------------------|------------------|
| Cod-Región | Nom_Región | Portal_Web |
| 101 | Región Caribe | www.caribe.co |
| 102 | Región Andina | www.andina.co |
| 103 | Región Pacífico | www.pacifico.co |
| 104 | Región Orinoquía | www.orinoquia.co |
| 105 | Región Amazonas | www.amazonas.co |

Elaboración propia (2020).

Tabla 13. Tabla asesor

| TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 303 | Luis Alberto | Chavarro Carvajal | 3228338964 | 30% | 103 |
| 304 | Eugenio | Celis Morales | 3144719587 | 50% | 101 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Tabla 14. Tabla finca.

| TABLA FINCAR | | | | | |
|--------------|---------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| Cod_Finca | Tipo_Finca | Cod_Propietario | Cod-Región_Fin | Estado_Disponible | Valor_Alquiler |
| 201 | Campestre | 401 | 101 | Si | \$3.500 |
| 202 | Cafetera | 402 | 103 | Si | \$4.100 |
| 203 | Cultivos | 405 | 101 | Si | \$2.800 |
| 204 | Veraneo | 401 | 103 | No | \$6.500 |
| 205 | Casco antiguo | 402 | 103 | Si | \$3.800 |
| 206 | Residenciales | 403 | 101 | No | \$1.980 |
| 207 | Convenciones | 404 | 101 | Si | \$7.800 |
| 208 | Veraneo | 401 | 103 | Si | \$3.800 |
| 209 | Residenciales | 405 | 104 | No | \$1.980 |
| 210 | Convenciones | 402 | 104 | Si | \$ 7.800 |

Elaboración propia (2020).

Tabla 15. Propietario

| TABLA PROPIETARIO | | |
|-------------------|-------------|-----------------|
| Cod_Propietario | Nombre_Pro | Apellido_Pro |
| 401 | Sara | Hernández López |
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |

| TABLA PROPIETARIO | | |
|-------------------|---------------|----------------|
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |
| 404 | Johana | Cañas Bolaños |
| 405 | Adelmo José | Rodríguez |

Elaboración propia (2020).

Tabla 16. Turista

| TABLA TURISTA | | | |
|---------------|------------|---------------|---------|
| Cod_Turista | Nombre_Tur | Apellidos_Tur | Tel_Tur |
| 501 | James | William | 3125489 |
| 502 | Paul | Blige | 421024 |
| 503 | Lesley | Román | 895210 |
| 504 | Daniel | Streep | 568741 |
| 505 | Octavia | Harrelson | 325489 |
| 506 | Lee | Frank | 1205600 |

Elaboración propia (2020).

Tabla 17. Valoración

| Tabla Valoración | | | |
|------------------|---------------|------------|-------|
| Cod_Turista_Alq | Cod_Finca_Alq | Valoración | Fecha |
| 202 | 301 | 5 | 2017 |
| 205 | 301 | 6 | 2018 |
| 204 | 305 | 3 | 2019 |
| 210 | 302 | 7 | 2020 |
| 208 | 303 | 8 | 2017 |
| 205 | 305 | 8 | 2018 |
| 204 | 304 | 10 | 2019 |
| 201 | 301 | 9 | 2020 |
| 202 | 305 | 10 | 2017 |
| 203 | 301 | 9 | 2018 |
| 204 | 305 | 10 | 2019 |
| 205 | 305 | 4 | 2020 |
| 207 | 301 | 10 | 2018 |
| 208 | 305 | 10 | 2019 |

Elaboración propia (2020).

Las operaciones unarias operan sobre una tabla:

- Selección, selecciona tuplas.
- Proyección, selecciona columnas.
- Renombrar, cambia el nombre a una tabla o atributo.

3.2.1. Operación selección

Es la operación o comando más utilizado en la manipulación de datos, la cual permite seleccionar el conjunto de tuplas de una tabla que cumplan la condición especificada y da como resultado una tabla con las tuplas completas, sin alterar la tabla de entrada.

Tabla 18. Selección

| Selección (σ) | Alt + 208= σ | Sintaxis: |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| Tipo: Unaria | Símbolo letra griega sigma en minúscula | σ condición a cumplir (Tabla) |

Elaboración propia (2020).

- Permite el uso operadores lógicos.
- Se debe listar, por lo menos, un atributo de la tabla seleccionada.
- Lista las tuplas que cumplan la condición, las demás son eliminadas.

Ejemplo 1: Seleccionar de la tabla Asesor, los asesores que tienen una comisión menor e igual al 20%:

Relación Asesor: (Cod_Asesor, Nombre_Ase, Apellidos_Ase, Teléfono_Ase, Comisión, AseCod-Región_Ase)

- σ Comisión_Ase \leq 20% (Asesor)

El resultado es el listado de las siguientes tres tuplas completas:

Tabla 19. Selección- Asesor tres tuplas

| TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Si la operación se cambia a: σ Comisión_Ase $<$ 20% (Asesor). Solo visualiza dos tuplas correspondientes a la comisión del 10% por eliminar el operador " $=$ ".

Tabla 20. Selección-Asesor dos tuplas-sección

| TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María | Pérez | 6382225 | 10% | 101 |
| 305 | Mauricio | Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Ejemplo 2: Seleccionar una finca tipo veraneo y su valor de alquiler menor a \$4.100, y debe estar en estado disponible:

Tabla Finca: (Cod_Finca, Tipo_Finca, Cod_Propietario, Estado_Disponible, Valor_Alquiler)

Parte A: seleccionar una finca tipo veraneo y su valor de alquiler menor a \$4.100

σ Tipo_Finca="Veraneo" AND Valor_Alquiler \leq 4.100

La tabla resultante contiene dos tuplas:

Parte B: seleccionar una finca tipo veraneo, con su valor de alquiler menor a \$4.100 y debe estar en estado disponible: se adiciona la condición y se debe tener cuidado del uso adecuado de los paréntesis para agrupar:

σ (Tipo_Finca= "Veraneo" AND Valor_Alquiler \leq 4.100) AND Estado_Disponible="Si" (Finca)

El código de la finca 204, no cumple con las condiciones solicitadas:

Tabla 21. Selección-Finca, no cumple condición-sección

| TABLA FINCA | | | | | |
|-------------|------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| Cod_Finca | Tipo_Finca | Cod_Propietario | Cod-Región_Fin | Estado_Disponible | Valor_Alquiler |
| 204 | Veraneo | 401 | 103 | No | \$6.500 |
| 208 | Veraneo | 401 | 103 | Si | \$3.800 |

Elaboración propia (2020).

La nueva tabla, solo lista una tupla que cumple la condición de manera completa:

Tabla 22. Selección-Finca, lista una tupla que cumple la condición

| TABLA FINCA | | | | | |
|-------------|------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| Cod_Finca | Tipo_Finca | Cod_Propietario | Cod-Región_Fin | Estado_Disponible | Valor_Alquiler |
| 208 | Veraneo | 401 | 103 | Si | \$3.800 |

Elaboración propia (2020).

3.2.2. Operación proyección

Permite seleccionar una tabla para generar la tabla con la lista de las tuplas que cumplan la condición, solo con los atributos elegidos en la operación.

Tabla 23. Proyección

| Proyección (π) | Alt + 960 = π | Sintaxis: |
|----------------------|-----------------------------------|---|
| Tipo: Unaria | Símbolo letra griega mayúscula Pi | π atributo1, atributo2, ..., atributo (Tabla) |

Elaboración propia (2020).

- Elimina las filas duplicadas.
- Realiza una selección por columna al extraer solo los atributos solicitados.
- La operación proyección, no hace uso de condiciones para generar la nueva tabla. Por eso requiere ser combinada con otras operaciones, para generar los resultados esperados.

Ejemplo 1: generar un listado con el código de identificación, apellidos y teléfono de los asesores:

- π Cod_Asesor, Apellidos_Ase (Asesor)

Tabla 24. Proyección-Datos del asesor

| Cod_Asesor | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase |
|------------|-------------------|--------------|
| 301 | Pérez Bonilla | 6382225 |
| 302 | Cárdenas Camacho | 3148534478 |
| 303 | Chavarro Carvajal | 3228338964 |
| 304 | Celis Morales | 3144719587 |
| 305 | Gordillo Guevara | 3204001590 |

Elaboración propia (2020).

Ejemplo 2: seleccionar de la tabla Asesor, los asesores que tienen una comisión menor e igual al 20%, y que se visualice el código del asesor, apellidos y comisión. La solución tiene varias alternativas, entre ellas se presenta:

Parte A: primero, aplicar la operación de selección para extraer las tuplas que cumplan la condición de asesores con una comisión menor o igual al 20%, como se aplicó en la operación selección:

- δ Comisión_Ase \leq 20% (Asesor)

Tabla 25. Proyección-Parte A.

| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
|------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|----------------|
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 503 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 503 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 703 |

Elaboración propia (2020).

Parte B: sobre el listado obtenido en la parte A, se aplica la operación proyección:

- π Cod_Asesor, Apellidos_Ase (δ Comisión_Ase \leq 20% (Asesor))

Solo se visualizan los asesores con su código, apellidos y comisión, sobre las tuplas que cumplieron la condición de tener una comisión menor o igual al 20%:

Tabla 26. Proyección-Parte B

| Cod_Asesor | Apellidos_Ase | Comisión_Ase |
|------------|------------------|--------------|
| 301 | Pérez Bonilla | 10% |
| 302 | Cárdenas Camacho | 20% |
| 305 | Gordillo Guevara | 10% |

Elaboración propia (2020).

3.2.3. Operación renombrar

Las relaciones y atributos resultantes de la operación del álgebra relacional no tienen nombre, se puede renombrar para facilitar ser usada en otras consultas; es una operación auxiliar.

Tabla 27. Renombrar

| Renombrar (ρ) | $\text{Alt} + 961 = \rho$ | Sintaxis: |
|----------------------|---------------------------------------|---|
| Tipo: Unaria | Símbolo letra griega ρ minúscula | π atributo1, atributo2, ..., atributo (Tabla) |
| | | Renombrar los atributos: |
| | | ρ nuevo nombre del atributo (Tabla) |

Elaboración propia (2020).

- Renombrar una tabla o atributos es diferente a cambiar el nombre de la tabla y el atributo físico de la base de datos, es una acción temporal sobre la lista generada por una consulta del álgebra relacional.
- Puede usar combinación de otras operaciones para renombrar las tablas resultantes.

- ρ nombre x (tabla R), asigna nombre de x a la tabla R.
- ρ nombre x (A1, A2,..., An) (Tabla), asigna el nombre x a los atributos A1, A2,..., An, de la tabla seleccionada.

Ejemplo: seleccionar de la tabla Asesor, los asesores que tienen una comisión menor e igual al 20% y devolver a la tabla resultante el nombre de Asesor_xcomisión:

Parte A: se realiza la consulta mediante la operación selección para generar la tabla con las tuplas que cumplan la condición.

Tabla Asesor: (Cod_Asesor, Nombre_Ase, Apellidos__Ase, Teléfono_Ase, Comisión, AseCod-Región_Ase)

- δ Comisión_Ase \leq 20% (Asesor)

Tabla 28. Renombrar-Tabla Asesor – Parte A

| TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Parte B: se renombra la tabla resultante de la operación sin cambiar la estructura de la tabla:

- δ Comisión_Ase \leq 20% (ρ Asesor_xcomisión (Asesor))

Tabla 29. Renombrar- Asesor_xcomisión. Parte B

| TABLA Asesor_comisión | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Las operaciones binarias operan sobre dos relaciones:

- Unión, realiza la unión de relaciones.
- Intersección, obtiene la intersección de relaciones.
- Diferencia de conjunto, lo que está en una tabla y no está en la otra.
- Producto cartesiano, combina relaciones.

3.2.4. Operación unión

Para realizar la unión entre dos relaciones se debe tener el mismo número de atributos y los dominios del mismo tipo, entre los atributos a unir.

Tabla 30. Unión

| Unión (U) | U | Sintaxis: |
|---------------|-------------------------|-------------------|
| Tipo: binaria | Símbolo vocal mayúscula | Tabla 1 U Tabla 2 |

Elaboración propia (2020).

- Se complementa con la operación proyección para brindar la compatibilidad entre las tablas a unir.
- Elimina las tuplas con valores duplicados.
- No importa si cada tabla contiene diferente número de tuplas.

Ejemplo: se requiere realizar una consulta que genera una nueva tabla con los códigos, nombres y apellidos de los propietarios y los turistas.

Parte A: se hace la proyección en cada una de las tablas, para generar la compatibilidad.

- Los atributos son compatibles entre sí, porque son del mismo tipo de dominio.

Por ejemplo, Cod_Propietario - Cod_Turista son numéricos enteros. De igual manera sucede con los nombres del propietario – turista y apellidos del propietario – turista.

- Se realiza una proyección sobre cada tabla para extraer solo las columnas con los atributos requeridos. Cada tabla resultante contiene tres columnas.

π Cod_Propietario , Nombre_Pro , Apellido_Pro (Propietario).

π Cod_Turista , Nombre_Tur , Apellido_Tur (Turista).

La tabla proyectada, arroja un total de cinco tuplas:

Tabla 31. Unión – Propietario-Parte A

| TABLA PROPIETARIO | | |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Cod_Propietario | Nombre_Pro | Apellido_Pro |
| 401 | Sara | Hernández López |
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |
| 404 | Johana | Cañas Bolaños |
| 405 | Adelmo José | Rodríguez |

Elaboración propia (2020).

La tabla proyectada, arroja un total de seis tuplas:

Tabla 32. Unión-Turista- Parte A.

| TABLA TURISTA | | |
|---------------|------------|---------------|
| Cod_Turista | Nombre_Tur | Apellidos_Tur |
| 501 | James | William |
| 502 | Paul | Blige |
| 503 | Lesley | Roman |
| 504 | Daniel | Streep |
| 505 | Octavia | Harrelson |
| 506 | Lee | Frank |

Elaboración propia (2020).

Parte B: se realiza la unión entre las dos tablas resultantes.

π Cod_Propietario , Nombre_Pro , Apellido_Pro (Propietario) U π Cod_Turista , Nombre_Tur , Apellido_Tur (Turista).

Tabla 33. Unión-Propietario-Parte B

| Cod_Propietario | Nombre_Pro | Apellido_Pro |
|-----------------|---------------|-----------------|
| 401 | Sara | Hernández López |
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |
| 404 | Johana | Cañas Bolaños |
| 405 | Adelmo José | Rodríguez |
| 501 | James | William |
| 502 | Paul | Blige |
| 503 | Lesley | Román |
| 504 | Daniel | Streep |
| 505 | Octavia | Harrelson |
| 506 | Lee | Frank |

Elaboración propia (2020).

3.2.5. Operación diferencia

Extrae las tuplas que están en una tabla, pero no se encuentran en la otra tabla.

Tabla 34. Diferencia

| Diferencia (-) | - | Sintaxis: |
|----------------|---------|-------------------|
| Tipo: binaria | Símbolo | Tabla 1 - Tabla 2 |

Elaboración propia (2020).

- Las tablas deben ser compatibles en el número de atributos y los tipos de dominios de los atributos.
- Se complementa con la operación y proyección para brindar la extracción de tuplas de cada una de las relaciones.
- No es lo mismo T1 – T2 que T2 – T1.
- ¿Cuáles tuplas tiene la tabla T1 que no tiene la tabla T2? ¿La tupla (0,3) está en T2? NO, entonces debe estar en la nueva tabla.

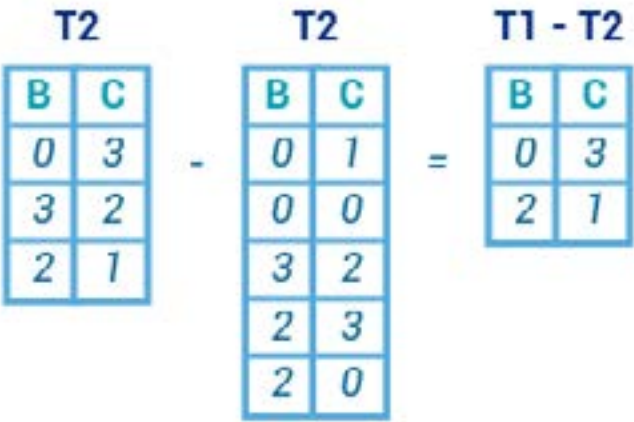


Figura 90. Operación diferencia.

Fuente Maestría en informática (2014).

Recuperada de <https://userexterno5.files.wordpress.com/2014/10/diferencia2.jpg>

Ejemplo: realizar una consulta sobre las tablas Asesor y Finca, para encontrar las fincas que no tienen asignado un asesor en la región. Es decir, regiones donde hay fincas que no tienen asesores asociados:

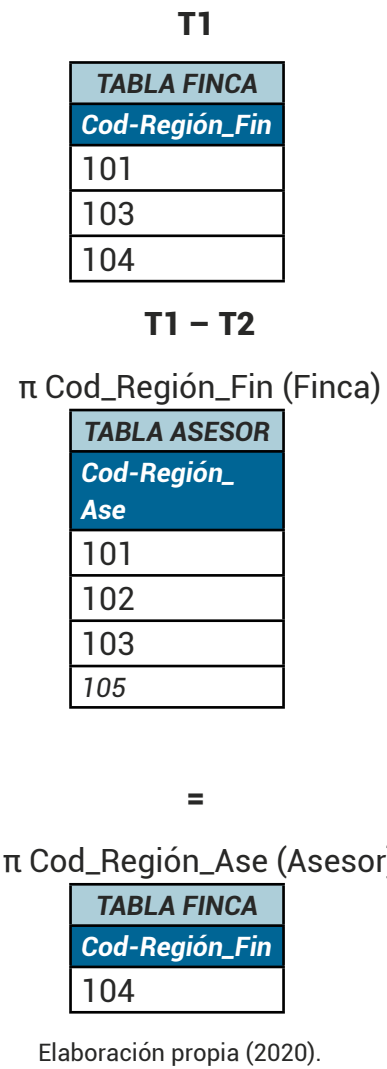
Parte A: realizar la operación “proyección” para extraer las columnas con las tuplas, con la información del código de la región.

- π Cod_Región_Fin (Finca).
- π Cod_Región_Ase (Asesor).

Parte B: aplicar la operación de diferencia.

π Cod_Región_Fin (Finca) - π Cod_Región_Ase (Asesor).

Tabla 35. Operación diferencia. Parte B



- El producto cartesiano se realiza sobre las dos tablas.
- Se apoya en las operaciones de selección y proyección, para listar los resultados en una sola tabla.
- La operación selección se usa sobre la clave primaria y clave foránea de las tablas, que son las que tienen el valor equivalente.
- La operación proyección permite eliminar las columnas duplicadas, que incluyen el atributo repetido que es una de las claves.
- El producto cartesiano toma cada tupla de la tabla 1 y lo multiplica o compara con cada una de las tuplas de la tabla 2, así: (a1,b1), (a1,b2), (a1,b3),(a2,b1),(a2,b2),(a2,b3),.... (a2,b3):

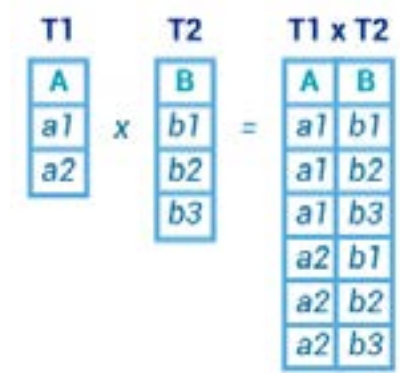


Figura 91. Operación producto cartesiano.
Fuente: Maestría en informática (2014). Recuperada de <https://userexterno5.files.wordpress.com/2014/10/productocartesiano.jpg?w=463&h=236>

Ejemplo: listar los asesores de la región del Caribe

- Las columnas en amarillo indican la clave primaria de la tabla Región y la clave foránea de la tabla Asesor.

3.2.6. Operación producto cartesiano

El producto cartesiano multiplica las dos tablas, al generar la tercera con todos los valores, lo que conlleva a información innecesaria. Por esto, se recomienda realizar previamente la operación selección, así se eliminan las tuplas duplicadas. Se recomienda el siguiente orden en el procedimiento de la consulta:

Tabla 36. Producto cartesiano

| Producto cartesiano (X) | X | Sintaxis: |
|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Tipo: binaria | Símbolo letra mayúscula | Tabla 1 X Tabla 2 |

Elaboración propia (2020).

Tabla 37. Producto cartesiano-Regiones

| TABLA REGIONES_COL | | |
|--------------------|------------------|------------------|
| Cod-Región | Nom_Región | Portal_Web |
| 101 | Región Caribe | www.caribe.co |
| 102 | Región Andina | www.andina.co |
| 103 | Región Pacífico | www.pacifico.co |
| 104 | Región Orinoquía | www.orinoquia.co |
| 105 | Región Amazonas | www.amazonas.co |

Elaboración propia (2020).

Tabla 38. Producto cartesiano-Asesor

| TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 303 | Luis Aberto | Chavarro Carvajal | 3228338964 | 30% | 103 |
| 304 | Eugenio | Celis Morales | 3144719587 | 50% | 101 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Al realizar un producto cartesiano por las dos tablas, arroja tuplas que no se requieren para la consulta requerida.

- Producto cartesiano de las tablas (Región X Asesor):

Solo para evitar ambigüedades, se coloca el nombre de la tabla a sus atributos, pero es necesario recordar que, después del producto cartesiano solo se genera una tabla:

Tabla 39. Producto cartesiano- Región-Asesor.

| TABLA REGIÓN | | | TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|------------------|------------|--------------|------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod-Región | Nom_Región | Portal_Web | Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| | | (...) | | (...) | | (...) | (...) | |
| 101 | Región Caribe | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 101 | Región Caribe | | 302 | | Cárdenas Camacho | | | 102 |
| 101 | Región Caribe | | 303 | | Chavarro Carvajal | | | 103 |
| 101 | Región Caribe | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |
| 101 | Región Caribe | | 305 | | Gordillo Guevara | | | 105 |
| 102 | Región Andina | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 102 | Región Andina | | 302 | | Cárdenas Camacho | | | 102 |
| 102 | Región Andina | | 303 | | Chavarro Carvajal | | | 103 |
| 102 | Región Andina | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |
| 102 | Región Andina | | 305 | | Gordillo Guevara | | | 105 |
| 103 | Región Pacífico | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 103 | Región Pacífico | | 302 | | Cárdenas Camacho | | | 102 |
| 103 | Región Pacífico | | 303 | | Chavarro Carvajal | | | 103 |
| 103 | Región Pacífico | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |
| 103 | Región Pacífico | | 305 | | Gordillo Guevara | | | 105 |
| 104 | Región Orinoquía | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 104 | Región Orinoquía | | 302 | | Cárdenas Camacho | | | 102 |
| 104 | Región Orinoquía | | 303 | | Chavarro Carvajal | | | 103 |
| 104 | Región Orinoquía | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |
| 104 | Región Orinoquía | | 305 | | Gordillo Guevara | | | 105 |
| 105 | Región Amazonas | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 105 | Región Amazonas | | 302 | | Cárdenas Camacho | | | 102 |
| 105 | Región Amazonas | | 303 | | Chavarro Carvajal | | | 103 |
| 105 | Región Amazonas | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |
| 105 | Región Amazonas | | 305 | | Gordillo Guevara | | | 105 |

Elaboración propia (2020).

Por lo tanto, se procede a realizar en el siguiente orden la consulta con el apoyo de la operación Selección para definir las tuplas de la región Caribe:

Aplicar la operación selección para filtrar la región del Caribe de las dos tablas:

- ð Nom_Región =" Caribe" (Región X Asesor).

Tabla 40. Producto cartesiano-Región Caribe1

| TABLA REGIÓN | | | TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Cod-Región | Nom_Región | Portal_Web (...) | Cod_Asesor | Nombre_Ase (...) | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase (...) | Comisión_Ase (...) | Cod-Región_Ase |
| 101 | Región Caribe | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 101 | Región Caribe | | 302 | | Cárdenas Camacho | | | 102 |
| 101 | Región Caribe | | 303 | | Chavarro Carvajal | | | 103 |
| 101 | Región Caribe | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |
| 101 | Región Caribe | | 305 | | Gordillo Guevara | | | 105 |

Elaboración propia (2020).

Nuevamente, se requiere la operación selección para eliminar las tuplas repetidas, generadas por el producto cartesiano y listar los asesores de la región Caribe. Por lo cual se busca la equivalencia entre la clave primaria de Región con la clave foránea de Asesor: $\delta \text{ Cod_Región} = \text{Cod_Región_Ase}$.

- $\delta \text{ Cod_Región} = \text{Cod_Región_Ase}$ ($\delta \text{ Nom_Región} = \text{"Caribe"}$ (Región X Asesor))

Tabla 41. Producto cartesiano-Región Caribe 2

| TABLA REGIÓN | | | TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Cod-Región | Nom_Región | Portal_Web (...) | Cod_Asesor | Nombre_Ase (...) | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase (...) | Comisión_Ase (...) | Cod-Región_Ase |
| 101 | Región Caribe | | 301 | | Pérez Bonilla | | | 101 |
| 101 | Región Caribe | | 304 | | Celis Morales | | | 101 |

Elaboración propia (2020).

Finalmente, se aplica la operación proyección para visualizar determinadas columnas de la tabla.

- $\pi \text{ Cod_Asesor, Apellido_Ase}$ ($\delta \text{ Cod_Región} = \text{Cod_Región_Ase}$ ($\delta \text{ Nom_Región} = \text{"Caribe"}$ (Región X Asesor))
- Los asesores 301 y 304 están asignados a la región del Caribe.

Tabla 42. Producto cartesiano -Asesor

| Cod_Asesor | Apellidos_Ase |
|------------|---------------|
| 301 | Pérez Bonilla |
| 304 | Celis Morales |

Elaboración propia (2020).

Cuando se realiza un producto cartesiano con la misma tabla, se recomienda aplicar la operación de renombrar, para diferenciar los atributos que tendrán los mismos nombres y no generar ambigüedad, así: ejecutar un producto cartesiano con la misma tabla Asesor, que liste a los asesores con la comisión por encima del 20%: $\pi \text{ Cod_Asesor, } (\delta \text{ Comisión_Ase} > 20\% \text{ (Asesor X p Por-Asesor (Asesor))})$.

3.2.7. Operación de intersección

Como toda tabla de conjuntos, para realizar una intersección se deben tener elementos en común para no arrojar un resultado sin datos.

Para realizar la intersección entre dos relaciones se debe tener el mismo número de atributos y los dominios del mismo tipo, entre los atributos.

Tabla 43. Intersección

| Intersección (\cap) | $\text{Alt} + 8745 = \cap$ | Sintaxis: $\text{Tabla1} \cap \text{Tabla2}$ |
|-------------------------|----------------------------|---|
| Tipo: binaria | Símbolo | |

Elaboración propia (2020).

- Se complementa con la operación proyección para brindar la compatibilidad entre las tablas a unir.
- Elimina las tuplas con valores duplicados.
- No importa si cada tabla contiene diferente número de tuplas.

Ejemplo: solo para este ejercicio, se supondrá que los propietarios pueden ser turistas y se adiciona en la tabla turista dos tuplas nuevas correspondientes a los propietarios, para lograr la intersección de tuplas de la operación del álgebra relacional:

| | | |
|-----|---------------|-----------------|
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |

Se tienen dos relaciones, Propietario y Turista, con el campo en común del código propietario/código turista (seleccionados en rojo) y se desea listar los propietarios que son turistas.

Parte A: primero, se realiza la proyección sobre cada tabla, para visualizar los atributos que se desean presentar y posteriormente, se integran las expresiones mediante la operación intersección, así:

- π Cod_Propietario , Nombre_Pro , Apellido_Pro (Propietario)
- π Cod_Turista , Nombre_Tur , Apellido_Tur (Turista)

La tabla proyectada, arroja las siguientes tuplas:

Tabla 44. Intersección-Propietario parte A

| TABLA PROPIETARIO | | |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Cod_Propietario | Nombre_Pro | Apellido_Pro |
| 401 | Sara | Hernández López |
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |
| 404 | Johana | Cañas Bolaños |
| 405 | Adelmo José | Rodríguez |

Elaboración propia (2020).

Tabla 45. Intersección-Turista-parte A

| TABLA TURISTA | | |
|---------------|---------------|-----------------|
| Cod_Turista | Nombre_Tur | Apellidos_Tur |
| 501 | James | William |
| 502 | Paul | Blige |
| 503 | Lesley | Román |
| 504 | Daniel | Streep |
| 505 | Octavia | Harrelson |
| 506 | Lee | Frank |
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |

Elaboración propia (2020).

Parte B: se realiza la operación intersección entre las dos tablas resultantes de la proyección:

- ¿De la tabla Propietario, la tupla (401, Sara, Hernández López) es común a la tabla turista? No, por lo cual no se incluye en la nueva tabla. Este proceso se realiza por cada una de las tuplas hasta conformar las tuplas comunes entre las dos tablas.

Tabla 46. Intersección-Propietario parte B

| Cod_Propietario | Nombre_Pro | Apellido_Pro |
|-----------------|---------------|-----------------|
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |

Elaboración propia (2020).

- π Copropietario, Nombre Pro, Apellido_Pro (Propietario) π Cod_Turista , Nombre_Tur , Apellido_Tur (Turista)

Tabla 47. Intersección-Turista proyectada parte B

| Cod_Propietario | Nombre_Pro | Apellido_Pro |
|-----------------|---------------|-----------------|
| 402 | Diana Paola | Vargas Calderón |
| 403 | Wilson Andrés | Ovalle Sánchez |

Elaboración propia (2020).

3.2.8. Operación reunión natural

- La reunión natural genera una tabla, solo con las tuplas de las dos relaciones que contengan un atributo común, del mismo valor y tipo de dominio. Es decir, las dos tablas deben ser compatibles para realizarse la operación.

Tabla 48. Reunión natural

| Reunión Natural (U) | | | $ X \circ \theta$ | Sintaxis: |
|------------------------|--|--|--|------------------------|
| Tipo: binaria | | | Símbolo | Tabla1 $ X $ Tabla2 |
| | | | También se usa la letra griega mayúscula theta: θ | Tabla1 θ Tabla2 |
| | | | + 920 = θ | |

Elaboración propia (2020).

- La reunión natural integra las operaciones de selección, proyección y producto cartesiano en una sola operación del álgebra relacional, para brindar una sola tabla con los resultados sin atributos duplicados.
- Por lo general, los atributos comunes son la clave primaria y la clave foránea.
- Por ejemplo, reemplaza la expresión: δ Cod_Región = Cod_Región_Ase (Región X Asesor) por (Región θ Asesor).

- La operación reunión natural se puede expresar como Tabla1 Θ Tabla2 o como Tabla2 Θ Tabla1, el resultado es el mismo.
- Por cada tupla de la tabla1 busca su atributo común en la tabla 2, si lo encuentra lo presenta en la nueva tabla:

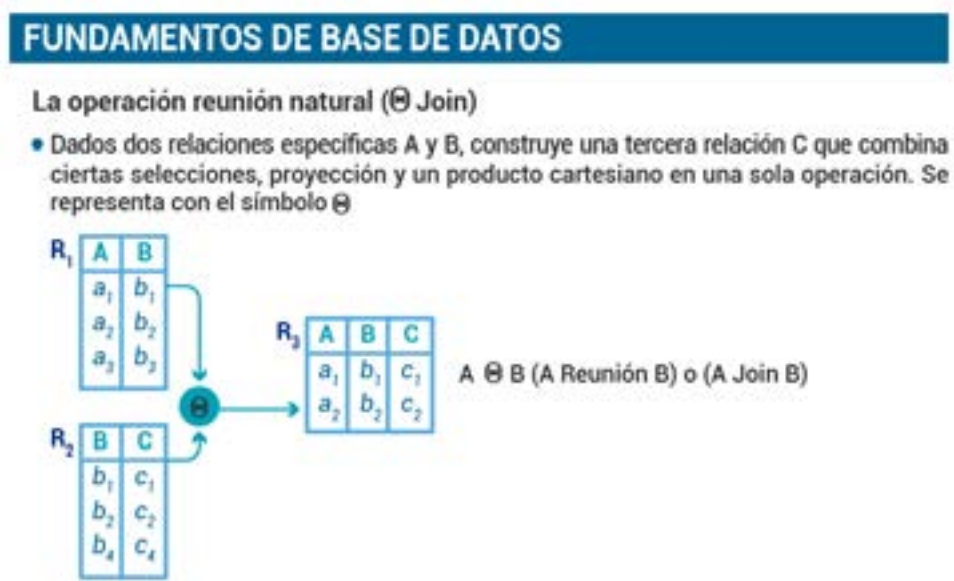


Figura 92. Reunión Natural.

Fuente: Sandoval Acosta (2016). Recuperada de <https://www.slideshare.net/JosAntonioSandovalAc/fundamentos-de-bd-unidad-5-algebra-relacional>

Ejemplo: listar los asesores por región y su respectiva comisión.

- Se toma el ejemplo de producto cartesiano: π Cod_Asesor, Apellido_Ase (δ Cod_Región = Cod_Región_Ase (δ Nom_Región = " Caribe" (Región X Asesor))).
- Las dos tablas son compatibles por el atributo común, igual valor y tipo de dominio: tabla Región posee la clave primaria Cod_Región y la tabla Asesor tiene la clave foránea de Cod_Región_Ase.

Tabla 49. Reunión Natural -Regiones

| TABLA REGIONES_COL | | |
|--------------------|------------------|--|
| Cod-Región | Nom_Región | Portal_Web |
| 101 | Región Caribe | www.caribe.co |
| 102 | Región Andina | www.andina.co |
| 103 | Región Pacífico | www.pacifico.co |
| 104 | Región Orinoquía | www.orinoquia.co |
| 105 | Región Amazonas | www.amazonas.co |

Elaboración propia (2020).

Tabla 50. Reunión Natural- Asesor

| TABLA ASESOR | | | | | |
|--------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 303 | Luis Aberto | Chavarro Carvajal | 3228338964 | 30% | 103 |
| 304 | Eugenio | Celis Morales | 3144719587 | 50% | 101 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |

Elaboración propia (2020).

Por cada tupla de la tabla1 (Asesor) busca su atributo común en la tabla 2 (Región), si lo encuentra lo presenta en la nueva tabla, para Cod-Región-Ase = Cod-Región: 101, 102, 103.

Tabla 51. Reunión Natural-Asesor

| Cod_Asesor | Apellidos_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase | Cod-Región | Nom_Región |
|------------|-------------------|--------------|----------------|------------|-----------------|
| 301 | Pérez Bonilla | 10% | 101 | 101 | Región Caribe |
| 302 | Cárdenas Camacho | 20% | 102 | 102 | Región Andina |
| 303 | Chavarro Carvajal | 30% | 103 | 103 | Región Pacífico |

Elaboración propia (2020).

En consecuencia, la reunión natural integra las operaciones de selección, proyección y producto cartesiano en una sola operación del álgebra relacional, para brindar una sola tabla con los resultados sin atributos duplicados, así:

- π Cod_Asesor, Apellido_Ase, Comisión-Ase, Nom_Región (Región Θ Asesor)

Se visualizan los atributos elegidos en la operación proyección para presentar la nueva tabla:

Tabla 52. Reunión Natural- Datos Asesor

| Cod_Asesor | Apellidos_Ase | Comisión_Ase | Nom_Región |
|------------|-------------------|--------------|-----------------|
| 301 | Pérez Bonilla | 10% | Región Caribe |
| 302 | Cárdenas Camacho | 20% | Región Andina |
| 303 | Chavarro Carvajal | 30% | Región Pacífico |

Elaboración propia (2020).

3.2.9. Operación División

La operación división (Tabla1 \div Tabla2) combina operaciones básicas del álgebra relacional y requiere que el dividendo (Tabla1) incluya al divisor (Tabla2), para generar la Tabla3. Es decir, la tabla dividendo y la tabla divisora, deben tener un atributo en común que permita relacionar las tuplas de las tablas.

Tabla 53. División

| División (\div) | Alt + 246 = \div | Sintaxis: |
|---------------------|---|----------------------|
| Tipo: binaria | Símbolo: Algunos autores emplean: % o / | Tabla1 \div Tabla2 |

Elaboración propia (2020).

- Los atributos de la Tabla2 son un subconjunto de los atributos de la Tabla1.
- La tabla resultante de la división, Tabla3, está conformada por las tuplas con los atributos que están en la Tabla1 y no están en la Tabla2.



Ten en cuenta que...

El siguiente video resume las operaciones del álgebra relacional y presenta un ejemplo que aplica la operación de división:

[FIUBA Base de Datos]. (s. f.). Algebra Relacional II [Archivo de video]. Recuperado de <https://youtu.be/tc9BdZaUAIU>

Las siguientes figuras detallan el proceso de la operación:



Figura 93. Operación División.

Fuente: Cevisa17.wordpress.com (2014). Recuperada de <https://cevisa17.files.wordpress.com/2014/05/121.jpg?w=526&h=376>

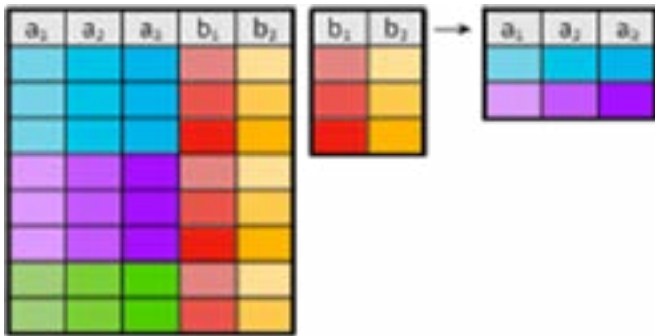


Figura 94. Ejemplo operación División.

Fuente: Kowarschick (2018). Recuperada de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Relational_Algebra_Cartesian_Division.svg

Ejemplo: listar los asesores que evaluaron positivamente las fincas alquiladas de la región Caribe. Para este ejemplo, se adiciona una nueva tabla “Valoración-Finca” con el siguiente esquema:

Parte A: identificar las tablas involucradas en la operación división.

Tabla Valoración, que permita los atributos comunes entre las tablas y solo contenga las evaluaciones realizadas por los turistas de manera positiva (mayor a 5 puntos), y que fue previamente seleccionada.

Tabla 54. Valoración. - Parte A

| Cod_Finca | Cod_Asesor | Valoración | Fecha |
|-----------|------------|------------|-------|
| 202 | 301 | 8 | 2017 |
| 205 | 301 | 6 | 2018 |
| 204 | 305 | 9 | 2019 |
| 202 | 304 | 7 | 2020 |
| 208 | 303 | 8 | 2017 |
| 205 | 305 | 8 | 2018 |
| 204 | 304 | 10 | 2019 |
| 204 | 301 | 9 | 2020 |
| 202 | 305 | 10 | 2017 |
| 203 | 301 | 9 | 2018 |
| 207 | 304 | 10 | 2019 |
| 205 | 305 | 7 | 2020 |
| 207 | 301 | 10 | 2018 |
| 208 | 305 | 10 | 2019 |

Elaboración propia (2020).

Tabla Finca, de la cual es importante el código de cada finca.

Tabla 55. Finca- Parte A

| Cod_Asesor | Apellidos_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase | Cod-Región | Nom_Región |
|------------|---------------|--------------|----------------|------------|------------|
| 201 | Campestre | 401 | 101 | Si | \$ 3.500 |
| 202 | Cafetera | 402 | 103 | Si | \$ 4.100 |
| 203 | Cultivos | 405 | 101 | Si | \$ 2.800 |
| 204 | Veraneo | 401 | 103 | No | \$ 6.500 |
| 205 | Casco antiguo | 402 | 103 | Si | \$ 3.800 |
| 207 | Convenciones | 404 | 101 | Si | \$ 7.800 |
| 208 | Veraneo | 401 | 103 | Si | \$ 3.800 |
| 209 | Residenciales | 405 | 104 | No | \$ 1.980 |
| 210 | Convenciones | 402 | 104 | Si | \$ 7.800 |

Elaboración propia (2020).

Tabla 56. Asesor- Parte A

| Cod_Asesor | Nombre_Ase | Apellidos_Ase | Teléfono_Ase | Comisión_Ase | Cod-Región_Ase |
|------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| 301 | María José | Pérez Bonilla | 6382225 | 10% | 101 |
| 302 | Héctor Libardo | Cárdenas Camacho | 3148534478 | 20% | 102 |
| 303 | Luis Aberto | Chavarro Carvajal | 3228338964 | 30% | 103 |
| 304 | Eugenio | Celis Morales | 3144719587 | 50% | 101 |
| 305 | Ferney Mauricio | Gordillo Guevara | 3204001590 | 10% | 105 |
| 306 | Lucas | Jaramillo | 544401 | 15% | 104 |
| 307 | Anibal | López | 8987667 | 25% | 104 |

Elaboración propia (2020).

Parte B: identificar la Tabla1 (dividendo), la Tabla2 (divisor) y la condición que relaciona las tuplas de las tablas, así como los atributos que se requieren visualizar en cada tabla, donde se tienen presentes el grado de cada tabla y el dominio de los atributos que las vinculan.

Condición o vínculo: brindar los asesores de la región Caribe (Cod-Región_Ase = 101).

Tabla 2: encontrar el asesor de la Región Andina, solo se requiere visualizar el Cod-Aseor, resultado de la operación proyección y selección.

- Tabla2 = π Cod-Aseor (δ Cod-Región_Ase = 102 (Asesor))

Tabla 57. Tabla 2-Código Asesor- Parte B

Tabla 2

| Cod_Aseor |
|-----------|
| 301 |
| 304 |

Elaboración propia (2020).

Para encontrar la Tabla1, se emplea la operación reunión natural (θ) que permite la combinación de las tuplas de Finca y Asesor, mediante sus códigos:

- Tabla1 = π Cod_Finca, Cod_Aseor (Finca θ Valoración)

Tabla 58. Tabla 1-Código finca-Código Asesor- Parte B

Tabla 1

| Cod_Finca | Cod_Aseor |
|-----------|-----------|
| 202 | 301 |
| 205 | 301 |
| 204 | 305 |
| 202 | 304 |
| 208 | 303 |
| 205 | 305 |
| 204 | 304 |
| 204 | 301 |
| 202 | 305 |
| 203 | 301 |
| 207 | 304 |
| 205 | 305 |

| Cod_Finca | Cod_Aseor |
|-----------|-----------|
| 207 | 301 |
| 208 | 305 |

Elaboración propia (2020).

Parte C: para listar los asesores que evaluaron positivamente las fincas alquiladas de la región Caribe se realiza la operación división con los resultados obtenidos: Tabla1 \div Tabla2

Tabla1 = π Cod_Finca, Cod_Aseor (Finca θ Valoración)

Tabla2 = π Cod-Aseor (δ Cod-Región_Ase = 102 (Asesor))

- π Cod_Finca, Cod_Aseor (Finca θ Valoración) \div π Cod-Aseor (δ Cod-Región_Ase = 102 (Asesor))

Tabla 59. Elementos de la tabla 1 y tabla 2-Parte C

Tabla 1

| Cod_Finca | Cod_Aseor |
|-----------|-----------|
| 202 | 301 |
| 205 | 301 |
| 204 | 305 |
| 202 | 304 |
| 208 | 303 |
| 205 | 305 |
| 204 | 304 |
| 204 | 301 |
| 202 | 305 |
| 203 | 301 |
| 207 | 304 |
| 205 | 305 |
| 207 | 301 |
| 208 | 305 |

Tabla 2

| Cod_Aseor |
|-----------|
| 301 |
| 304 |

| Cod_Finca | Cod_Asesor |
|-----------|------------|
| 202 | 301 |
| 202 | 304 |
| 202 | 305 |
| 203 | 301 |
| 204 | 301 |
| 204 | 304 |
| 204 | 305 |
| 205 | 301 |
| 205 | 305 |
| 205 | 305 |
| 207 | 301 |
| 207 | 304 |
| 208 | 303 |
| 208 | 305 |

Tabla1 ÷ Tabla2

| Cod_Finca |
|-----------|
| 202 |
| 204 |
| 207 |

Elaboración propia (2020).

Las propiedades de los conjuntos se aplican a las operaciones del álgebra relacional, como son:

Las operaciones de producto cartesiano, intersección, unión y reunión natural cumplen la propiedad conmutativa y su orden no afecta el resultado.

- Tabla1 U Tabla2 = Tabla2 U Tabla1
- Tabla1 X Tabla2 = Tabla2 X Tabla1
- Tabla1 \cap Tabla2 = Tabla2 \cap Tabla1
- Tabla1 \cap Tabla2 = Tabla2 \cap Tabla1

Por otra parte, las operaciones de producto cartesiano, intersección y unión también cumplen la propiedad asociativa, al no importar el orden en que se asocien.

Referencias bibliográficas

Alejandro, I. (17 de noviembre de 2012). Tratamiento de valores nulos. *Fundamentos de bases de datos*. Recuperado de <http://ivanalw.blogspot.com/2012/11/tarea-unidad-5-tratamiento-de-los.html>

Recuperada de <http://ivanalw.blogspot.com/2012/11/tarea-unidad-5-tratamiento-de-los.html>

Banda Geek. (2020). Modelo MER y MR [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://bandageek.com/2017/02/el-modelo-entidad-relacion-y-el-modelo-relacional-en-bases-de-datos/>

Bedoya Restrepo, J. (2013). *Módulo 3. Modelo Relacional*.

Bedoya Restrepo, J. (2013). *Módulo 2. Modelo Entidad / Relación*.

Bedoya Restrepo, J. (2013). *Módulo 5. Álgebra Relacional*.

Begg, C. E. & Connolly, T. M. (2005). Operaciones básicas del álgebra relacional [Captura de pantalla]. Recuperada de es.slideshare.net/albertsinergy/algebra-y-calculo-relacional

Bermúdez Medina, M. I. [Martha Isabel Bermúdez Medina]. (9 de febrero de 2019). Modelo E-R [Captura de pantalla]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UuAToKgM7SE>

Bohr, N. (17 de mayo de 2013). Relaciones entre entidades [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://analisisprogramacionoop.blogspot.com/2013/05/transformacion-del-esquema-er-al.html>

Bohr, N. (17 de mayo de 2013). Transformación del modelo MER al MR [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://analisisprogramacionoop.blogspot.com/2013/05/transformacion-del-esquema-er-al.html>

Bohr, N. (17 de mayo de 2013). Relaciones de grado 2 [Captura de pantalla].

Recuperada de <https://analisisyprogramacionoop.blogspot.com/2013/05/transformacion-del-esquema-er-al.html>

Camps Paré, R. (11 de 2019). *Introducción a las bases de datos*. Obtenido de 5. Modelos de BD: <http://www.galeon.com/lizchever/libro.pdf>

Castillo, C. (2007). Entidades débiles y fuertes [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://es.slideshare.net/ChaToX/bases-de-datos-parte-310-modelo-er-125354>

Castillo, C. (2007). Estructura de la tabla [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://es.slideshare.net/ChaToX/bases-de-datos-parte-310-modelo-er-125354>

Operación División.

cevisa17.wordpress.com. (6 de mayo de 2014). Recuperada de <https://cevisa17.files.wordpress.com/2014/05/121.jpg?w=526&h=376>

Chávez Moreno, O. D. (13 de octubre de 2007). Entidades Cliente y Cuenta [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://es.slideshare.net/oswchavez/clase-3-modelo-entidad-relacion>

Ciencia y Técnica Administrativa (s. f.). Dominios de atributos [Captura de pantalla]. Recuperada de <http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/proyectoinformatico/libro/c3/figc3/Image9.gif>

Cillero, M. (2013). Atributos de la superclase [Captura de pantalla]. Recuperado de https://manuel.cillero.es/wp-content/uploads/2013/11/MERE_Supertipo.png?x39459

Como Llamar (s. f.). Atributo identificador clave. [Captura de pantalla]. Recuperada de <http://www.comollamar.com/código/colombia/medellin>

Copa, M. E. (7 de noviembre de 2010). Cardinalidad de uno a muchos. [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://es.slideshare.net/mcopa/interrelaciones>

Corcuera, P. (s. f.). Entidad débil o asociativa. [Captura de pantalla]. Recuperada de: https://personales.unican.es/corcuerp/BD/Slides/BD_ModeloDatos_ER.pdf

Date, C. (2001). *Introducción a los sistemas de bases de datos*. Obtenido de <https://unefazuliasistemas.files.wordpress.com/2011/04/introduccion-a-los-sistemas-de-bases-de-datos-cj-date.pdf>

DaumierWebandProgramming. (2013). Transformación de tipos y subtipos [Captura de pantalla]. Recuperado de <https://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/9.jpg>

DaumierWebandProgramming. (2013). Transformación tabla Documento [Captura de pantalla]. Recuperado de <https://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/9.jpg>

DaumierWebandProgramming. (2013). Mapeo de MER a MR [Captura de pantalla]. Recuperado de <https://daumindex.files.wordpress.com/2013/03/12.jpg>

[Educación Semipresencial]. (25 de octubre de 2016). T02-03: Modelo Entidad - Relación (III) [Captura de pantalla]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=WtzFNTutarE>

Eduhesc. (22 de mayo de 2009). Diagrama Entidad Relación [Captura de pantalla]. Recuperado de <https://eduhesc.wordpress.com/tag/unidad-2/>

Galindo, J. (1 de febrero de 2018). Notaciones del modelo entidad relación [Captura de pantalla]. Recuperada de <http://juliogalindobasesdedatos.blogspot.com/2018/02/identificar-y-comprender-entidad.html>

Gestión de bases de datos. (s. f.). Cardinalidad Cliente y Producto. [Captura de pantalla]. (Recuperada de: https://gestionbasesdatos.readthedocs.io/es/latest/_images/tema2-022.png)

Gutiérrez, D (2010). Atributos multivalorados [Captura de pantalla]. Recuperada de http://www.codecompiling.net/files/slides/BD_clase_07_ERE_relacional.pdf

Gutiérrez, D (2010). Transformar relaciones [Captura de pantalla]. Recuperada de <http://www.dryvalleycomputer.com/index.php/bases-de-datos/el-modelo-relacional/65-transformacion-del-modelo-entidad-relacion-al-modelo-relacional#comments>

Ingeniería de Sistemas. (2004). Modelo Entidad-Relación. [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://www.angelfire.com/ult/sistemas/bd1/modeloer.html>

INTEF (2014). Tuplas [Captura de pantalla]. *formacion.intef.es*. Recuperada de http://formacion.intef.es/pluginfile.php/37661/mod_imsdp/content/1/tablas.html

ITCA-FEPADE (s. f.). Entidad padre y entidad hija [Captura de pantalla]. Recuperado de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_

extendida.html

ITCA-FEPADE (s. f.). Atributos heredados [Captura de pantalla]. Recuperado de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_extendida.html

ITCA-FEPADE (s. f.). Modelo Entidad Relación extendida [Captura de pantalla]. Recuperado de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/dbd/u1/13_modelo_entidad_relacin_extendida.html

Kowarschick, W. (7 de agosto de 2018). Ejemplo operación División [Imagen]. Recuperada de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Relational_Algebra_Cartesian_Division.svg

Lopez99's. (23 de marzo de 2010). Roles en la relación reflexiva. [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://lopez99.files.wordpress.com/2010/03/diagrama13.png>

[Lucidchart Español]. (6 de diciembre de 2017). Notación para cardinalidad [Captura de video]. Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=TKuxYHb-Hvc>

Lucho, L. (14 de abril de 2015). Atributos claves. [Captura de pantalla]. Recuperada de: <https://image.slidesharecdn.com/elmodeloentidadrelacion-150414165112-conversion-gate01/95/el-modelo-entidadrelacion-7-638.jpg?cb=1429048328>

Luza, C. [Cesar Luza]. (4 de octubre de 2015). Modelo Entidad relación [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=oo3MqevRNFE>

MinTic. (s.f.). Currículos Exploratorios en TIC. *Colombia aprende*. Recuperado de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n2g10_pweb1/nivel2/web1/unidad2/leccion3.html Niño Zambrano, M. (02 de 2009). *Módulo Nivelatorio de Modelamiento de Bases de datos*. Obtenido de Restricciones de Integridad: <http://artemisa.unicauca.edu.co/~manzamb/LibroDB.pdf>

Oporto Díaz, S. (s. f.). Relación reflexiva en la entidad Película. [Captura de pantalla]. Recuperada de: https://adimen.si.ehu.es/~rigau/teaching/EHU/ABD/Altres%20cursos/mjortin/bd_t03_mer.pdf

Pereyra Agüero, S. (2018). Relación binaria. [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://slideplayer.es/slide/13046842/>

Piñero Gómez, J. (11 de 2019). *Bases de datos relacionales y modelado de datos*. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=udFECQAAQBAJ&printsec=copyright&hl=es&source=gbps_pub_info_r#v=onepage&q&f=false

Reyes Vásquez, K. (27 de enero de 2015). Correspondencia de cardinalidades. Universidad Politécnica de Puebla. Recuperado de https://sites.google.com/site/karlareyes1511/tareas/tarea_1

Ricardo, C. (2009). Bases de datos. (McGraw-Hill, Editor) Recuperado el 19 de 11 de 2019, de <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Bases%20de%20datos.pdf>

Sánchez, C. (4 de noviembre de 2010). Atributos compuestos. [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://es.slideshare.net/johanasanchez24/modelo-entidad-relacion>

Sánchez, J. (s. f.) Conjunto de entidades. JorgeSanchez.net. [Captura del pantalla]. Recuperada de: <https://jorgesanchez.net/manuales/gbd/entidad-relacion-web-resources/image/1.png>

Sandoval Acosta, J. A. (2016). Reunión Natural [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://www.slideshare.net/JosAntonioSandovalAc/fundamentos-de-bd-unidad-5-algebra-relacional>

Santiago, M. (11 de 2019). *Base de datos*. Obtenido de Ejemplares y Esquemas de una Base De Datos: <http://basededatosinformacion.blogspot.com/2013/02/ejemplares-y-esquemas-base-datos.html>

SDiLabo. (abril 20 de 2017). Modelo Entidad Relación. [Captura de pantalla]. Recuperada de <https://sdiopolo.wordpress.com/2017/04/20/resumen-de-las-unidades-i-a-la-iv/>

Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. Obtenido de http://artemisa.unicauca.edu.co/~cardila/Libro_Silberschatz.pdf

Universidad de Alicante. (11 de 2007). *Bases de Datos 1*. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2990/1/ApuntesBD1.pdf>

Universidad Nacional de Córdoba (2017). Campos o atributos [Captura de pantalla]. *Tecnicatura en Gestión Informática*. Recuperada de http://oftgu.eco.catedras.unc.edu.ar/wp-content/uploads/sites/52/2017/10/Ofi3_IMG_12.png

UPR. (01 de 2011). *Introducción a las Bases de Datos*. Recuperado de <http://uprr.edu.mx/Introduccion%20a%20las%20Bases%20de%20Datos%20UNIDAD%20II.pdf>

Vélez de Guevara, L. (21 de 10 de 2019). *Gestión de Bases de Datos*. Recuperado de <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/gestionbasesdatos/latest/gestionbasesdatos.pdf>

Velilla, S. (2011). *Tema II: Nivel Conceptual: modelo E/R*. Obtenido de http://webdiis.unizar.es/asignaturas/BD/transparenciasBD/PDFs_1x1/leccion_4.pdf

Lecturas complementarias

Corcuera, P. (s. f.). *Bases de datos. Diseño de bases de datos: modelo conceptual Entidad Relación*. España: Universidad de Cantabria. Recuperado de: https://personales.unican.es/corcuerp/BD/Slides/BD_ModeloDatos_ER.pdf

Fin de la unidad

¡Has finalizado el estudio del contenido de la unidad *Modelamiento de datos*!



Ten en cuenta:

- Visitar los recursos audiovisuales y talleres del material complementario del curso.
- Acceder al acompañamiento de su docente-tutor.
- Desarrollar las actividades evaluativas formuladas para el curso.
- Socializar las dificultades y buenas prácticas de estudio en los foros temáticos.

Continúa con el estudio de la siguiente unidad *Normalización de datos*

Créditos

| | |
|-------------------------------|--|
| Facultad y programa académico | Facultad de Ingenierías Tecnología en diseño y programación de soluciones de software como servicio (SaaS) |
| Nombre asignatura | Fundamentos y diseño de bases de datos |
| Nombre módulo | Modelamiento de datos |
| Palabras claves | Modelamiento entidad relación, diagrama entidad relación, cardinalidad, modelo entidad relación extendido, modelo relacional, claves candidatas, álgebra relacional. |
| Fecha de creación | Junio /2020 |
| Experto en contenidos | Silvia Margarita Marín |
| Par evaluador | Jorge Iván Bedoya |
| Asesoría pedagógica | Ángela María Rivera Borja |
| Producción | Proyecto @Medellín en asocio con ITM |
| Licencia de uso del OVA | |

Este recurso digital es propiedad del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) para el uso de los profesores y estudiantes adscritos a la institución.

Este material académico puede contener, además de fuentes referenciadas, algunas relacionadas con el área de estudio que no cuentan con fechas ni autores específicos y respetan los derechos del autor, ya que se utilizan para fines educativos no comerciales y atendiendo al bien común sin causar perjuicios a los titulares.

Adicionalmente, contiene citas textuales de más de 40 palabras, que, para observarlas en su forma original y de manera correcta según las Normas APA, deberán ser consultadas en la versión imprimible de este objeto virtual de aprendizaje.

Las imágenes de apoyo utilizadas en este material son de uso libre, por lo tanto si los autores deciden eliminarlas, es probable que no estén en internet en el momento de consulta.



Atribución - No comercial - Sin Derivar



Esta licencia permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de tu obra de modo no comercial, siempre y cuando te den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

