

# Construcción de software y toma de decisiones

## TC2005B

**Dr. Esteban Castillo Juarez**

ITESM, Campus Santa Fe



esteban.castillojz@tec.mx

# Agenda

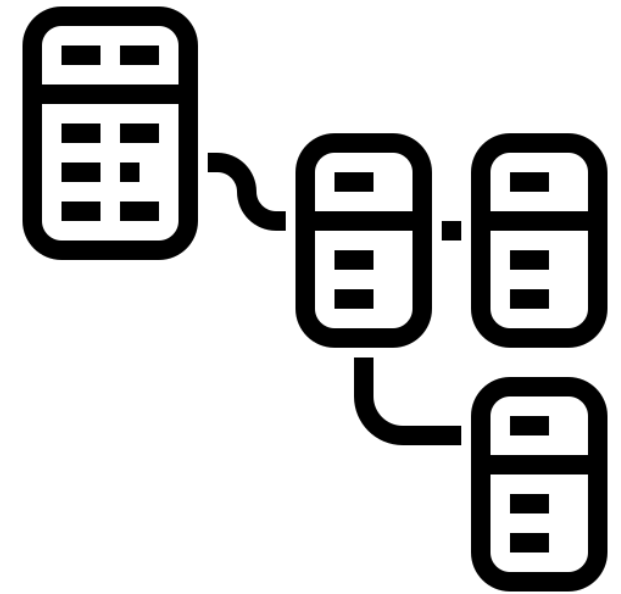
- Base de datos relacionales
- Modelo relacional
- Características de las bases de datos relacionales
- Operaciones relacionales básicas
  - Selección, proyección y concatenación
- Otras operaciones relacionales
  - Unión, intersección y diferencia
- Algebra relacional
  - Operadores unarios
  - Operadores binarios

# Base de datos relacionales

- La información es uno de los activos de mayor importancia para las empresas en la actualidad, por lo que la gestión de bases de datos para recopilar, clasificar y consultar dicha información ha tomado una relevancia trascendental.
- Existen diferentes tipos de bases de datos, siendo el modelo relacional uno de los más utilizados en el entorno empresarial para la gestión y almacenamiento de los datos referentes a clientes, artículos, servicios y cualquier otra información relevante relacionada con la gestión comercial y los procesos de negocio.

# Base de datos relacionales

- **Una base de datos relacional** es aquella que se basa en las relaciones que los datos tienen entre sí y no se tienen en cuenta su orden de almacenamiento.
- En este modelo relacional los datos se guardan en un conjunto de tablas compuestas por filas y columnas, mostrando cada fila una sola entidad.



# Base de datos relacionales

Las bases de datos relacionales están diseñadas con el objetivo de que en cada tabla no exista información duplicada o esta sea mínima, y están relacionadas entre ellas por claves para que el acceso a la información sea fácil y rápido, pudiendo consultarse en cualquier momento.



# Base de datos relacionales

Diagram illustrating a relational database table structure and its data.

The table is labeled "Table (relation)".

The columns are labeled "Column (attribute)".

The rows are labeled "Row (tuple)".

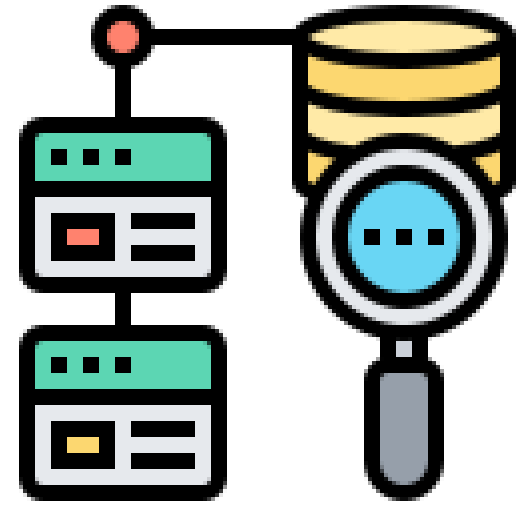
The primary key is labeled "Primary key".

The data values are labeled "Data value".

CustomerID	FirstName	LastName	Birthdate
XY001	John	Doe	April 18, 1929
BR092	Mary	Green	March 4, 1980
PD500	Francesca	de la Gillebert	September 12, 1959
WI308	John	Green	March 4, 1980

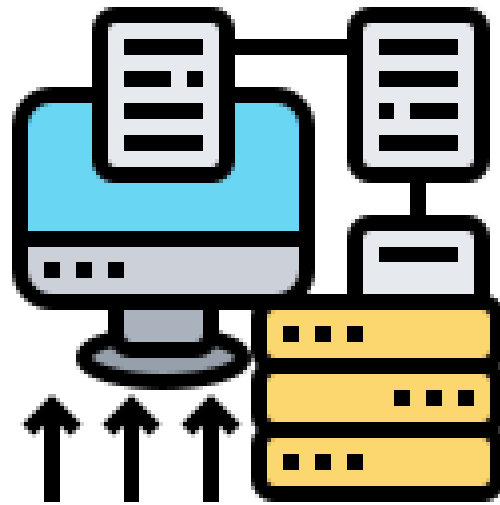
# Modelo relacional

- El modelo relacional, para la creación y gestión de las bases de datos, esta basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos.
- Tras ser postuladas sus bases en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José California, no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos.
- **Es el modelo más utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente.**



# Modelo relacional

El modelo relacional se basa en el concepto matemático de relación, que gráficamente se representa mediante una tabla. Es decir, una relación es una tabla, con columnas y filas. Un SGBD sólo necesita que el usuario pueda percibir la base de datos como un conjunto de tablas.





# Modelo relacional

## Lógica de predicados/primer-orden

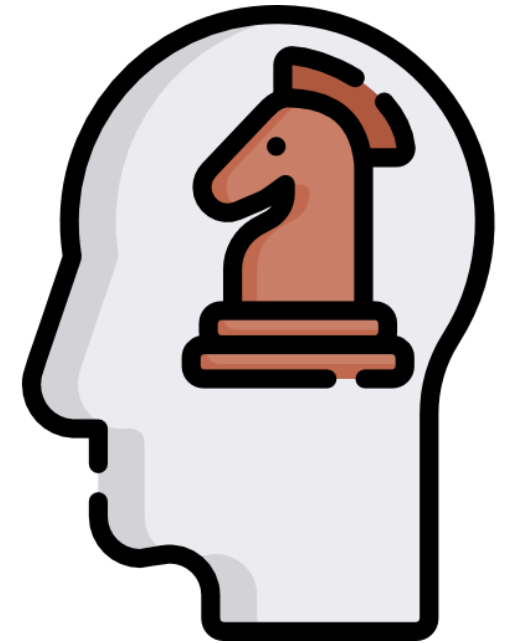
- Está basada en la idea de que las sentencias realmente expresan relaciones entre objetos, así como sus cualidades y atributos.
- Los objetos pueden ser personas, cosas físicas o conceptos. Tales cualidades, relaciones o atributos, se denominan predicados. Los objetos se conocen como argumentos o términos del predicado.



# Modelo relacional

## Lógica de predicados/primer-orden

La lógica de predicados es utilizada para expresar el significado de un amplio alcance de **proposiciones o enunciados** en matemáticas y ciencias de la computación de manera que nos permite razonar y explorar relaciones entre los objetos (si son verdaderos o falsos).



# Modelo relacional

## Lógica de predicados/primer-orden

Ejemplo . Dado los siguientes predicados, ¿qué valores de las variables los hacen ciertos?

Función proposicional

a)  $P(x): x > 3$ . ¿Cuál es el valor de verdad de  $P(4)$  y  $P(2)$ ?

Predicado

b)  $Q(x, y): X = y + 3$ . ¿Cuál es el valor de verdad de  $Q(1, 2)$ ,  $Q(3, 0)$  y

$Q(2, 1)$ ?

Verdadero o falso

c)  $R(x, y, z): X + y = z$ . ¿Cuál es el valor de verdad de  $R(1, 2, 3)$  y

$R(0, 0, 0)$ ?

# Modelo relacional

## Lógica de predicados/primer-orden

símbolo	nombre	lectura informal
$\wedge$	conjunción	'y'
$\vee$	disyunción	'o'
$\supset$	condicional	'Si... entonces...'
$\neg$	negación	'no'
$\forall$	cuantificador universal	'para todo'
$\exists$	cuantificador existencial	'existe'
$\approx$	identidad	'es (idéntico a)'

Cuantificadores  
matemáticos

Entre muchos mas...

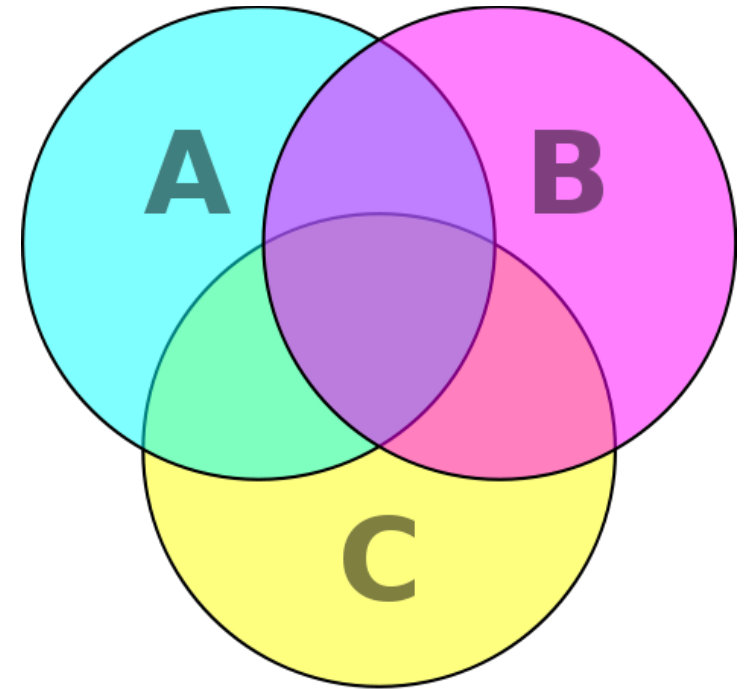
# Modelo relacional

## Teoría de conjuntos

De manera formal podemos decir que una relación  $R$  sobre los conjuntos  $D_1, D_2, \dots, D_n$ , se define como:

$$R \subseteq D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$$

Donde los conjuntos  $D_1, D_2, \dots, D_n$  pueden ser cualesquiera, e incluso estar repetidos.



# Modelo relacional

## Teoría de conjuntos

- Un conjunto es la agrupación de diferentes elementos que comparten entre sí características y propiedades semejantes.
- Estos elementos pueden ser sujetos u objetos, tales como números, canciones, meses, personas, etc. Por ejemplo: el conjunto de números primos o el conjunto de planetas del sistema solar.

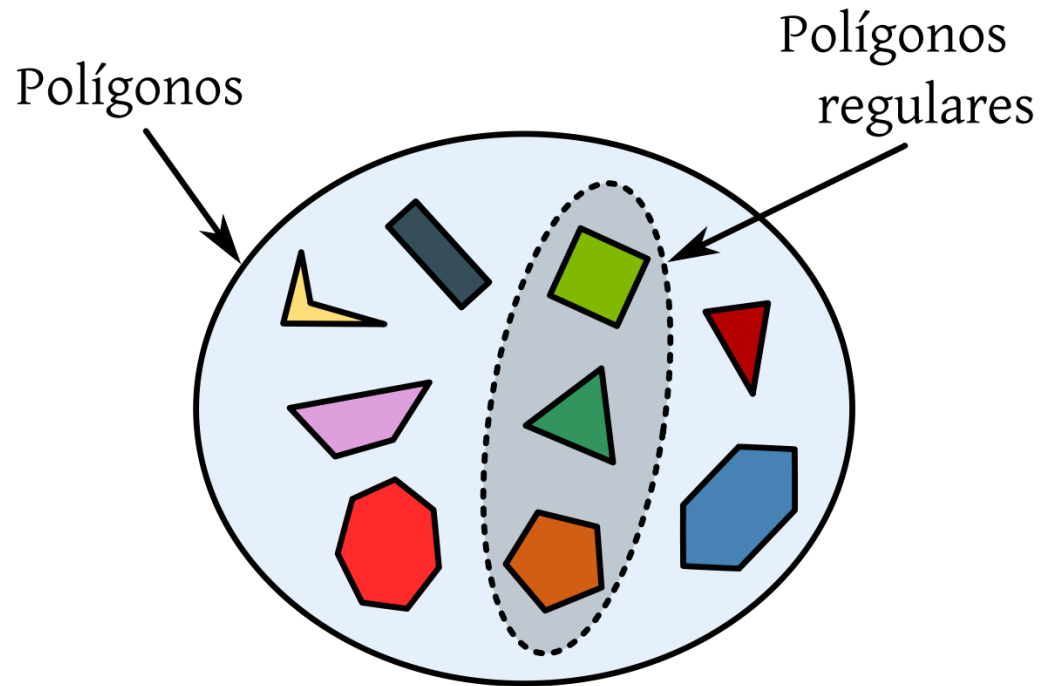
Ejemplos de conjuntos

$$A = \{ \text{pentágono naranja}, \text{rombo azul}, \text{cuadrado verde}, \text{rectángulo amarillo} \}$$

$$B = \{ \text{estrella roja}, \text{cuadrado verde}, \text{triángulo verde}, \text{pentágono naranja} \}$$

# Modelo relacional

## Teoría de conjuntos

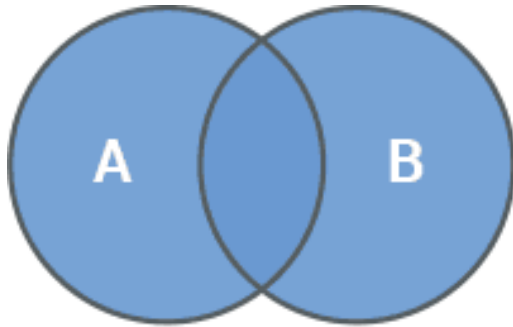


Pertenencia sobre conjuntos

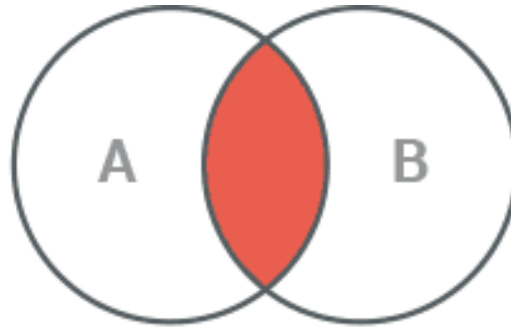


# Modelo relacional

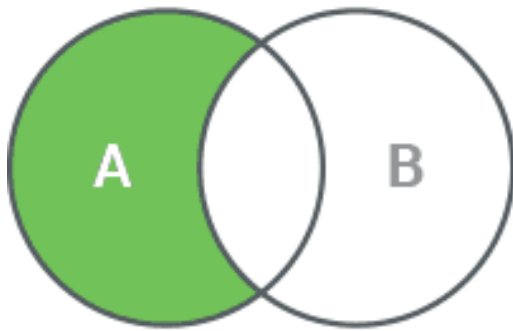
## Teoría de conjuntos



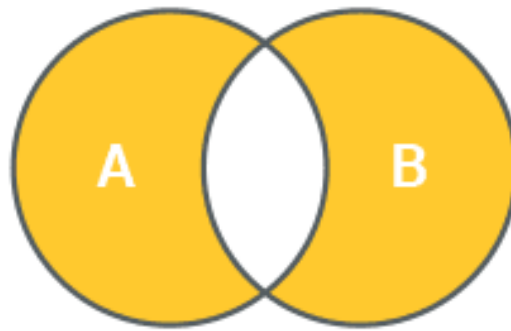
*Union*



*Intersection*



*Difference*



*Symmetric Difference*

Operaciones básicas  
sobre conjuntos



# Modelo relacional

## Teoría de conjuntos

El **producto cartesiano** de dos conjuntos  $A$  y  $B$  es el conjunto  $A \times B$  cuyos elementos son los pares ordenados  $(a, b)$  cuya primera coordenada está en  $A$ ,  $a \in A$ , y la segunda en  $B$ ,  $b \in B$ , es decir  $A \times B = \{(a, b) | a \in A \wedge b \in B\}$ .

$$P \times Q = \{1, 2, 3\} \times \{a, b, c, d, e\}$$

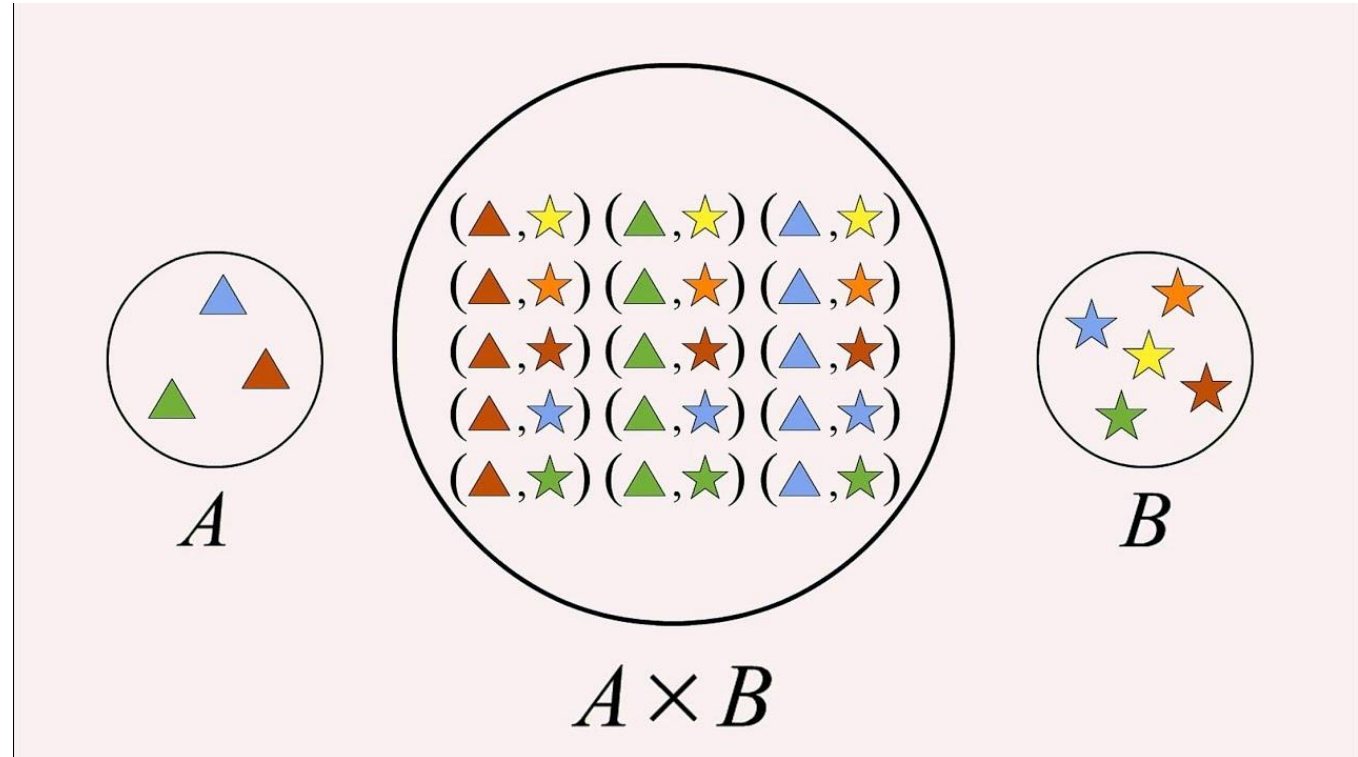
$$= \left\{ \begin{array}{l} (1, a), (2, a), (3, a), \\ (1, b), (2, b), (3, b), \\ (1, c), (2, c), (3, c), \\ (1, d), (2, d), (3, d), \\ (1, e), (2, e), (3, e) \end{array} \right\}$$

Lógica de predicados

# Modelo relacional

## Teoría de conjuntos

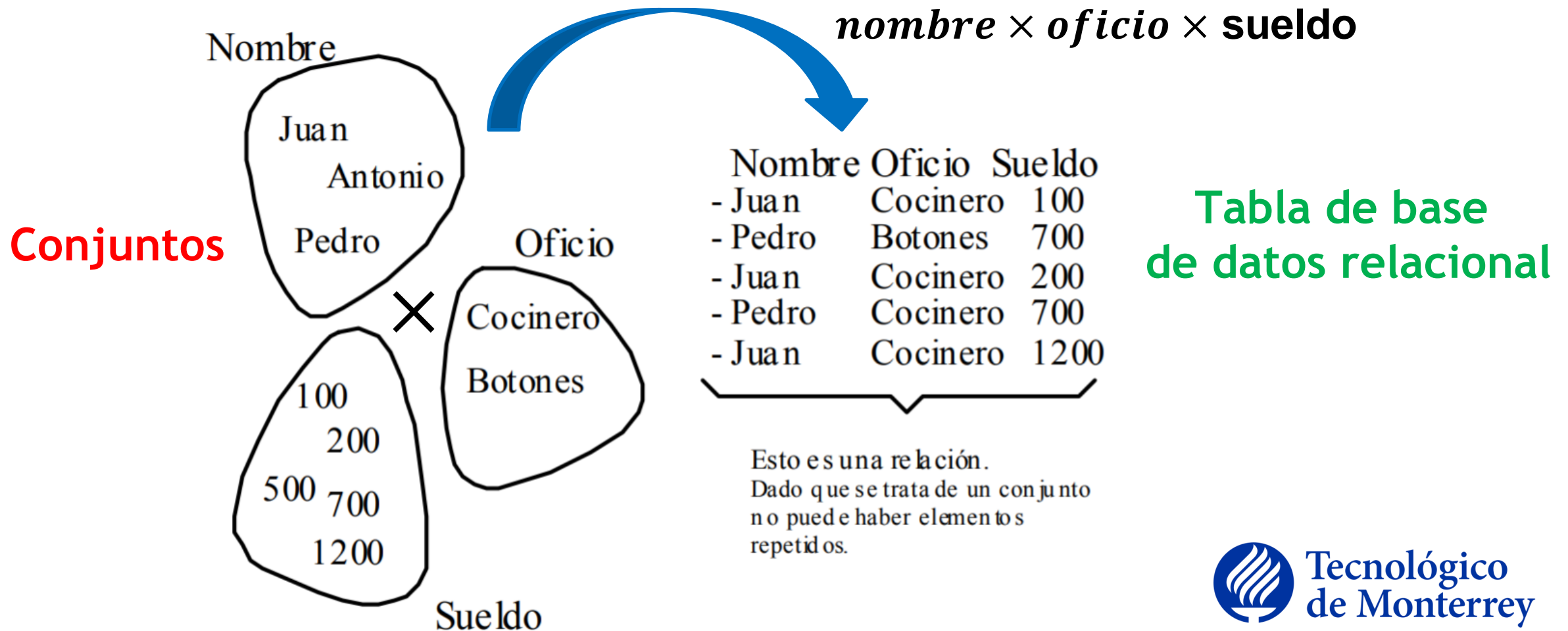
$$\begin{aligned} P \times Q &= \{1, 2, 3\} \times \{a, b, c, d, e\} \\ &= \left\{ \begin{array}{l} (1, a), (2, a), (3, a), \\ (1, b), (2, b), (3, b), \\ (1, c), (2, c), (3, c), \\ (1, d), (2, d), (3, d), \\ (1, e), (2, e), (3, e) \end{array} \right\} \end{aligned}$$



Producto cartesiano

# Modelo relacional

## Teoría de conjuntos y lógica de primer orden



# Características de las bases de datos relacionales

- **Sencillas:** Son más fáciles de entender al estar basadas en las relaciones existentes entre los datos que la conforman.
- **Evita redundancias:** Este modelo evita la duplicidad de registros.



# Características de las bases de datos relacionales

- **Consistencia de los datos.** Si se elimina un registro la integridad de los registros restantes no se ve afectada.
- **Permiten realizar consultas complejas.** El procesamiento de datos orientado a conjuntos permite realizar consultas complejas.
- **Lenguaje de consultas SQL.** Utilizan un lenguaje para realizar consultas que es muy sencillo y homogéneo, el SQL (estandarizado por [ISO](#) y [IEC](#)).



# Características de las bases de datos relacionales

- **ACID** (Atomicity, Consistency, Isolation and Durability): Atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad, propiedades que dan a las bases de datos relacionales una gran robustez y menor vulnerabilidad a los fallos.

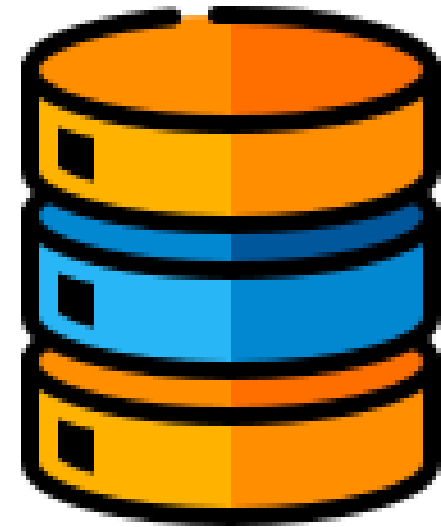


# Características de las bases de datos relacionales

## Garantías de ACID

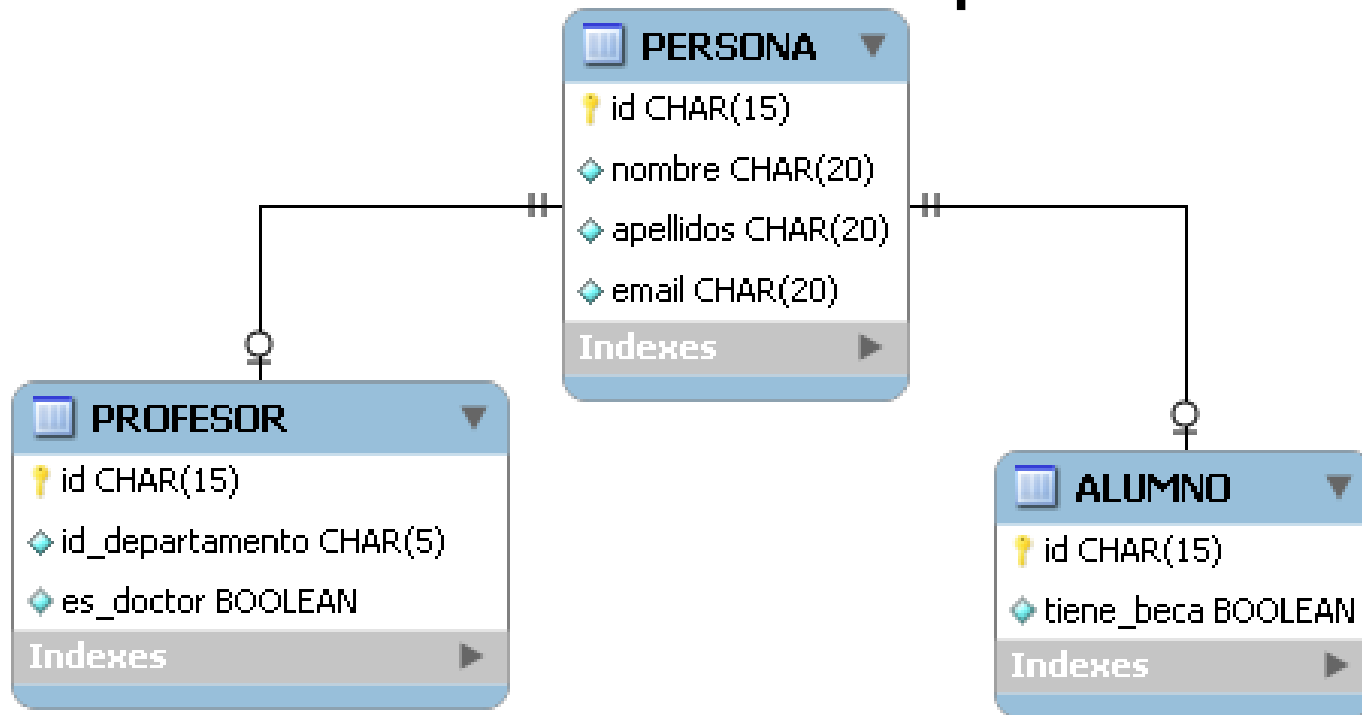
- **Atomicidad:**
  - La ejecución de cada transacción es atómica:
    - Se realizan todas las acciones o no se realiza ninguna
- **Consistencia:**
  - Cada transacción debe preservar la integridad
    - La base de datos satisfacen todas las restricciones después de una transacción
- **Aislamiento (*Isolation*):**
  - Una transacción no puede afectar otra
- **Durabilidad:**
  - Una vez que haya un **COMMIT**<sup>\*</sup>, la base de datos debe persistir los cambios

<sup>\*</sup>Aplicar una o varias operaciones sobre una base de datos.



# Operaciones relacionales básicas

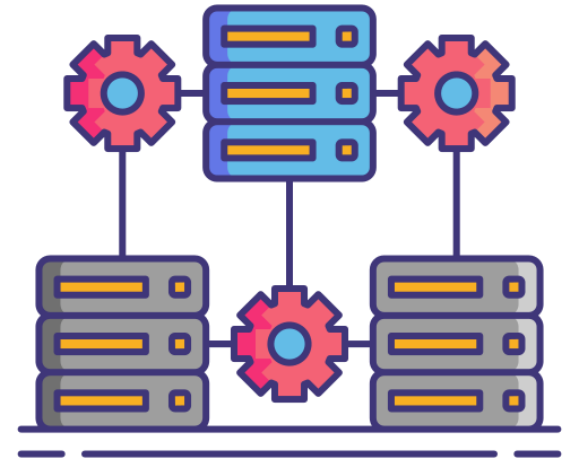
En las bases de datos relacionales existen tablas que almacenan información relacionada entre si, pero ¿que operaciones podemos realizar sobre ellas?





# Operaciones relacionales básicas

- Una base de datos relacional constara de varias tablas con las que en principio se pueden efectuar **tres operaciones fundamentales**, llamadas operaciones relacionales, que permiten la creación de nuevas tablas a partir de las ya existentes.
- Estas operaciones esenciales son la **selección**, la **proyección** y la **concatenación**.



# Operaciones relacionales básicas

## Selección

- El proceso consiste en la obtención de una nueva tabla formada por las **filas** “seleccionadas” de otra tabla previamente existente.
- La selección utiliza algún otro criterio que permita decidir que filas de la tabla existente se incluyen en la nueva tabla.



# Operaciones relacionales básicas

## Selección

Cliente			
codigo	nombre	apellido	edad
1	Pedro	Perez	19
2	Karen	Pucci	20

Tabla original



SQL



“Seleccionar clientes  
con el código 1”

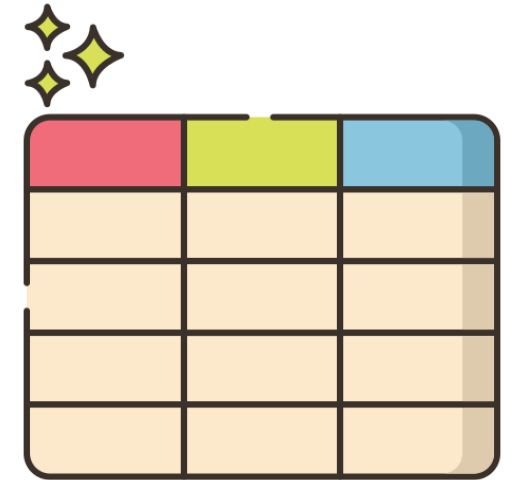
Resultado  
de selección  
(Nueva tabla)

codigo	nombre	apellido	edad
1	Pedro	Perez	19

# Operaciones relacionales básicas

## Proyección

- El proceso consiste en la obtención de una nueva tabla formada por alguna de las **columnas** seleccionadas de otra tabla previamente existente.
- En el caso de que al elegir determinadas columnas el resultado produzca filas idénticas, en la nueva tabla solo figurara una de las filas repetidas.
- Normalmente se puede aplicar simultáneamente la selección y proyección.



# Operaciones relacionales básicas

## Proyección

Ingenieros			
id	nombre	edad	añosTrabajados
123	Leon	39	15
234	Tomas	34	10
345	Jose	45	21
143	Josefa	25	1

“Proyectar el nombre y ID de la tabla ingenieros”



SQL



id	nombre
123	Leon
234	Tomas
345	Jose
143	Josefa

# Operaciones relacionales básicas

## Selección y proyección

Ingenieros			
id	nombre	edad	añosTrabajados
123	Leon	39	15
234	Tomas	34	10
345	Jose	45	21
143	Josefa	25	1

“Seleccionar a la persona con el nombre Tomas y proyectar el numero de años trabajados”



SQL

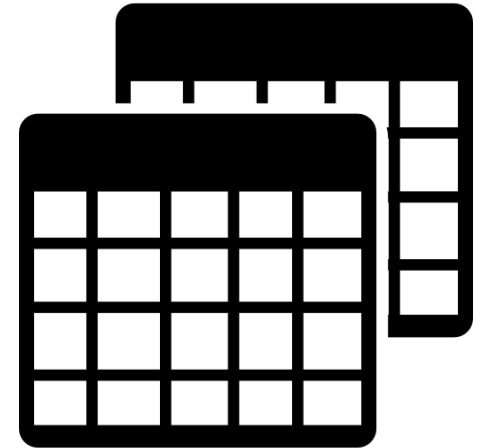


añosTrabajados
10

# Operaciones relacionales básicas

## Concatenación

- El proceso consiste en la obtención de una nueva tabla **uniendo dos tablas ya existentes**.
- La unión de filas se efectúa si en ambas tablas coincide el contenido de una columna específica.
- Cuando se produce la coincidencia, se crea una fila dentro de la nueva tabla, añadiendo a las columnas de la primera tabla las de la segunda.



# Operaciones relacionales básicas

## Concatenación

**Student**

S_id	Name	Class	Age	C_id
1	Andrew	5	25	11
2	Angel	10	30	11
3	Anamika	8	35	22

**Course**

C_id	C_name
11	Foundation C
21	C++

También se le llama  
**join natural**

**SQL**

S_id	Name	Class	Age	C_id	C_name
1	Andrew	5	25	11	Foundation C
2	Angel	10	30	11	Foundation C



# Operaciones relacionales básicas

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000

Material	Tipo
Acero	Inox
Acero	Galv
Titanio	High

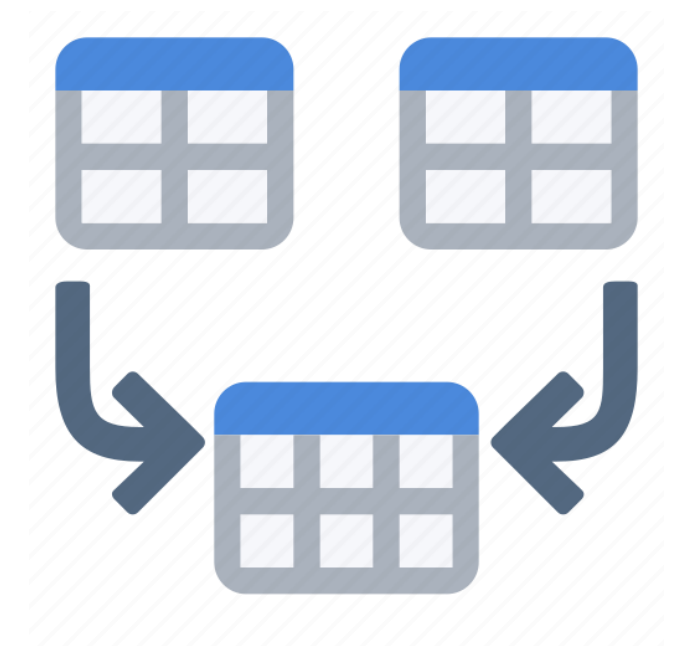
Concatenación

SQL

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	Tipo
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	Inox
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	Galv
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	Inox
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	Galv
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	Inox
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	Galv
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000	High

# Otras operaciones relacionales

Aparte de las operaciones básicas de selección, proyección y concatenación, en las bases de datos relacionales pueden realizarse operaciones similares a las de la teoría de conjuntos como lo son la **unión**, **intersección** y **diferencia** de tablas.



# Otras operaciones relacionales

## Unión

- El proceso tiene como resultado la tabla formada por la agregación de filas de dos tablas que ya existen.
- Se trata por tanto de una operación cuyos operandos son filas de una misma tabla o de tablas diferentes.
- En este ultimo caso, las tablas con las que se va a operar deben de tener la misma estructura y los mismos nombres de columnas.



# Otras operaciones relacionales

## Unión

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio

Parte	Nombre	Material
P7	Tuerca	Acero
P3	Cáncamo	Plástico

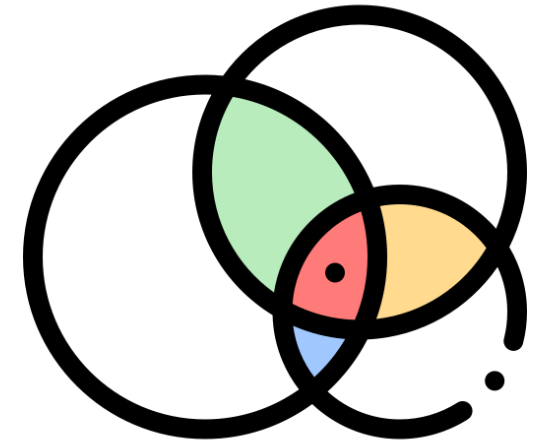
SQL

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio
P3	Cáncamo	Plástico

# Otras operaciones relacionales

## Intersección

- El proceso tiene como resultado la tabla formada por las filas comunes a ambas tablas existentes.
- Al igual que en caso de la unión, se trata por tanto de una operación cuyos operandos son filas de una misma tabla, o de tablas diferentes.
- En este ultimo caso, las tablas con las que se va a operar han de tener la misma estructura y los mismos nombres de columnas



# Otras operaciones relacionales

## Intersección

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio

Parte	Nombre	Material
P7	Tuerca	Acero
P3	Cáncamo	Plástico



SQL



Parte	Nombre	Material
P7	Tuerca	Acero

# Otras operaciones relacionales

## Diferencia

- El proceso tiene como resultado la tabla formada por las filas de una tabla ya creada que no aparecen en otra tabla también creada previamente.
- Al igual que en el caso de la unión y la intersección, se trata por tanto de una operación cuyos operandos son filas de la misma tabla o de tablas diferentes.
- En este ultimo caso, las tablas con las que se va a operar han de tener la misma estructura y los mismos nombres de columnas.

# Otras operaciones relacionales

## Diferencia

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio

Parte	Nombre	Material
P7	Tuerca	Acero
P3	Cáncamo	Plástico

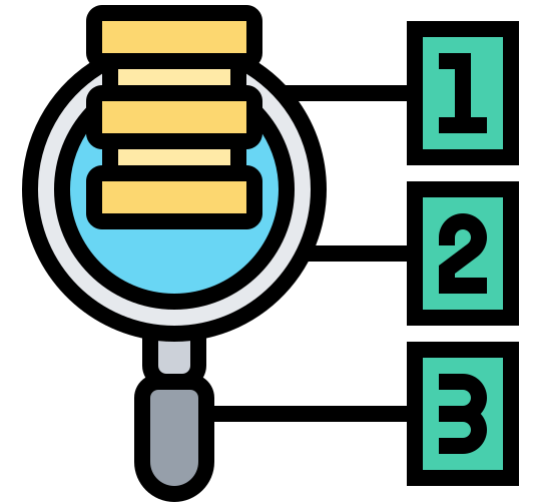
SQL

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P9	Clavo	Titanio



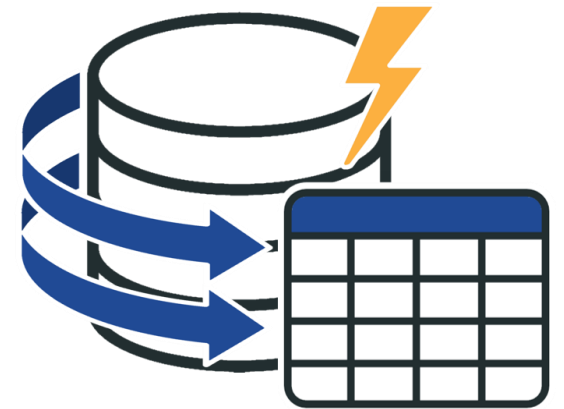
# Algebra relacional

- El álgebra relacional es un lenguaje de consulta procedimental. Consta de un conjunto de operaciones que toman como entrada una o dos relaciones y producen como resultado una nueva relación.
- Dicho de otra manera, es un método que consiste básicamente en crear o construir nuevas tablas a partir de tablas existentes (lo que acabamos de ver antes...).
- El algebra relacional es la base del lenguaje de consulta SQL.



# Algebra relacional

- Las operaciones fundamentales del álgebra relacional son selección, proyección, concatenación, unión, intersección, diferencia, entre otros.
- Las operaciones selección y proyección se denominan operaciones unarias porque operan sobre una sola tabla.
- Las otras operaciones (normalmente) operan sobre pares de tablas y se denominan, por lo tanto, operaciones binarias.



# Algebra relacional, operadores unarios

## Selección

- La operación selección obtiene filas que satisfacen un predicado dado.
- Se utiliza la letra griega sigma minúscula ( $\sigma$ ) para denotar la selección. El predicado aparece como subíndice de  $\sigma$ .
- La relación del argumento se da entre paréntesis a continuación de  $\sigma$ .



# Algebra relacional, operadores unarios

## Selección

$\sigma_{\text{nombre-sucursal} = \text{«Navacerrada»}}$  <sup>Predicado</sup> <sup>Tabla</sup> (*préstamo*)

número-préstamo	nombre-sucursal	importe
P-11	Collado Mediano	900
P-14	Centro	1.500
P-15	Navacerrada	1.500
P-16	Navacerrada	1.300
P-17	Centro	1.000
P-23	Moralzarzal	2.000
P-93	Becerril	500

Tabla “préstamo”

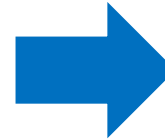


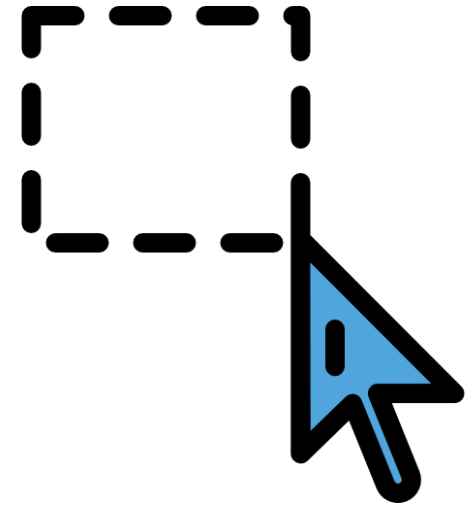
Tabla resultante

número-préstamo	nombre-sucursal	importe
P-15	Navacerrada	1.500
P-16	Navacerrada	1.300

# Algebra relacional, operadores unarios

## Proyección

- La proyección se denota por la letra griega mayúscula pi ( $\Pi$ ).
- Se crea una lista de los atributos que se desea que aparezcan en el resultado como subíndice de  $\Pi$ .
- La relación de argumentos se escribe a continuación entre paréntesis.



# Algebra relacional, operadores unarios

## Proyección

Predicado

Tabla

$\Pi_{\text{número-préstamo, importe}}(\text{préstamo})$

número-préstamo	nombre-sucursal	importe
P-11	Collado Mediano	900
P-14	Centro	1.500
P-15	Navacerrada	1.500
P-16	Navacerrada	1.300
P-17	Centro	1.000
P-23	Moralzarzal	2.000
P-93	Becerril	500

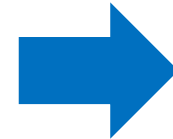


Tabla resultante

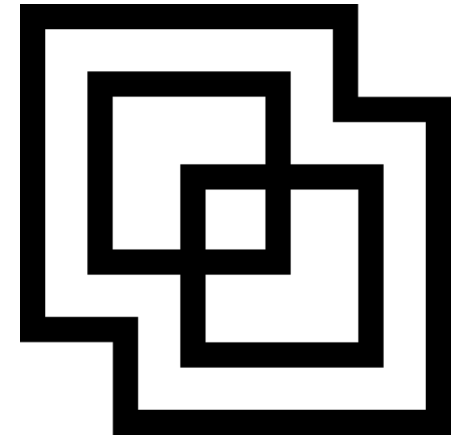
número-préstamo	importe
P-11	900
P-14	1.500
P-15	1.500
P-16	1.300
P-17	1.000
P-23	2.000
P-93	500

Tabla “préstamo”

# Algebra relacional, operadores binarios

## Concatenación

Se denota por el símbolo  $\bowtie$ . La operación concatenación forma un producto cartesiano de sus dos argumentos, realiza una selección forzando la igualdad de los atributos que aparecen en ambos esquemas de relación y, finalmente, elimina los atributos duplicados.



# Algebra relacional, operadores binarios

## Concatenación

Predicado

Tabla 1

$\Pi_{\text{nombre-cliente, número-préstamo, importe}} (\text{prestatario} \bowtie \text{préstamo})$

<i>nombre cliente</i>	<i>número préstamo</i>
Fernández	P-16
Gómez	P-93
Gómez	P-15
López	P-14
Pérez	P-17
Santos	P-11
Sotoca	P-23
Valdivieso	P-17

Tabla 1 “prestatario”



# Algebra relacional, operadores binarios

## Concatenación

Predicado

Tabla 2

$\Pi_{\text{nombre-cliente, número-préstamo, importe}} (\text{prestatario} \bowtie \text{préstamo})$

número-préstamo	nombre-sucursal	importe
P-11	Collado Mediano	900
P-14	Centro	1.500
P-15	Navacerrada	1.500
P-16	Navacerrada	1.300
P-17	Centro	1.000
P-23	Moralzarzal	2.000
P-93	Becerril	500

Tabla 2 “préstamo”

# Algebra relacional, operadores binarios

## Concatenación

Predicado

Tabla 1

Tabla 2

$\Pi_{\text{nombre-cliente, número-préstamo, importe}} (\text{prestatario} \bowtie \text{préstamo})$

<i>nombre-cliente</i>	<i>número-préstamo</i>	<i>importe</i>
Fernández	P-16	1.300
Gómez	P-23	2.000
Gómez	P-11	900
López	P-15	1.500
Pérez	P-93	500
Santos	P-17	1.000
Sotoca	P-14	1.500
Valdivieso	P-17	1.000

Tabla resultante

# Algebra relacional, operadores binarios

## Unión

Denotada por el símbolo  $\cup$  de la teoría de conjuntos.

<i>nombre cliente</i>	<i>número cuenta</i>
Abril	C-102
Gómez	C-101
González	C-201
González	C-217
López	C-222
Rupérez	C-215
Santos	C-305

Tabla 1 “impositor”

<i>nombre cliente</i>	<i>número préstamo</i>
Fernández	P-16
Gómez	P-93
Gómez	P-15
López	P-14
Pérez	P-17
Santos	P-11
Sotoca	P-23
Valdivieso	P-17

Tabla 2 “prestatario”

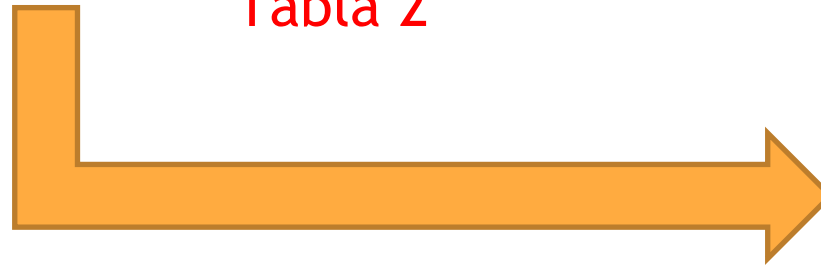
# Algebra relacional, operadores binarios

## Unión

Predicado  
 $\Pi_{\text{nombre-cliente}}(\text{prestatario}) \cup \Pi_{\text{nombre-cliente}}(\text{impositor})$

Tabla 1

Tabla 2



nombre-cliente
Abril
Fernández
Gómez
González
López
Pérez
Rupérez
Santos
Sotoca
Valdivieso

Tabla resultante

# Algebra relacional, operadores binarios

## Intersección

Denotada por el símbolo  $\cap$  de la teoría de conjuntos.

<i>nombre cliente</i>	<i>número cuenta</i>
Abril	C-102
Gómez	C-101
González	C-201
González	C-217
López	C-222
Rupérez	C-215
Santos	C-305

Tabla 1 “impositor”

<i>nombre cliente</i>	<i>número préstamo</i>
Fernández	P-16
Gómez	P-93
Gómez	P-15
López	P-14
Pérez	P-17
Santos	P-11
Sotoca	P-23
Valdivieso	P-17

Tabla 2 “prestatario”

# Algebra relacional, operadores binarios

## Intersección

Predicado

$\Pi_{\text{nombre-cliente}}(\text{prestatario}) \cap \Pi_{\text{nombre-cliente}}(\text{impositor})$

Tabla 1

Tabla 2



nombre-cliente
Gómez
Pérez
Santos

Tabla resultante

# Algebra relacional, operadores binarios

## Diferencia

La operación diferencia de conjuntos, denotada por  $-$ , permite buscar los elementos que estén en una tabla pero no en la otra.

<i>nombre cliente</i>	<i>número cuenta</i>
Abril	C-102
Gómez	C-101
González	C-201
González	C-217
López	C-222
Rupérez	C-215
Santos	C-305

Tabla 1 “impositor”

<i>nombre cliente</i>	<i>número préstamo</i>
Fernández	P-16
Gómez	P-93
Gómez	P-15
López	P-14
Pérez	P-17
Santos	P-11
Sotoca	P-23
Valdivieso	P-17

Tabla 2 “prestatario”

# Algebra relacional, operadores binarios

## Diferencia

Predicado

$$\Pi_{\text{nombre-cliente}}(\text{impositor}) - \Pi_{\text{nombre-cliente}}(\text{prestatario})$$

Tabla 1

Tabla 2

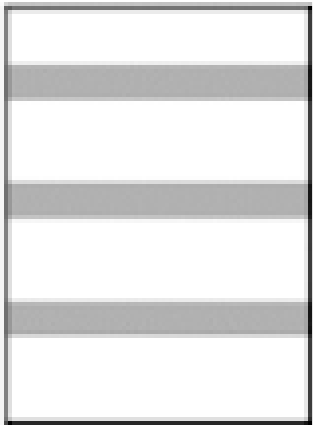


nombre-cliente
Abril
González
Rupérez

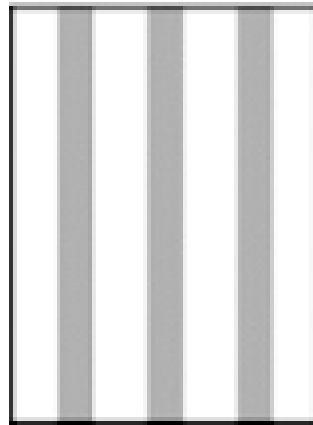
Tabla resultante



# Algebra relacional

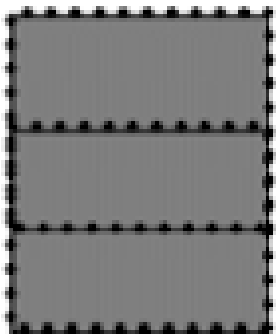


(a) Selection

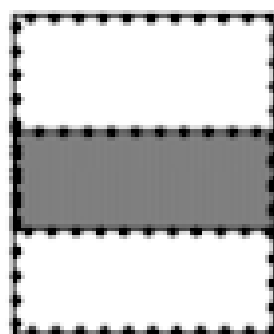


(b) Projection

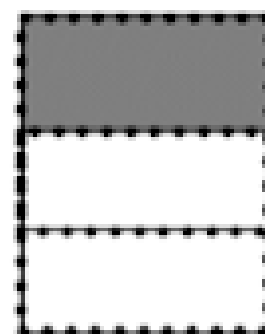
de la teoría de conjuntos		propios relacionales	
$\cup$	Unión	$\sigma$ DONDE	Selección
$\cap$	Intersección	$\pi$ [ ]	Proyección
$\sim$ -	Diferencia	$\bowtie$ $\infty$	Concatenación (join)
$\times$	Producto cartesiano		



(d) Union

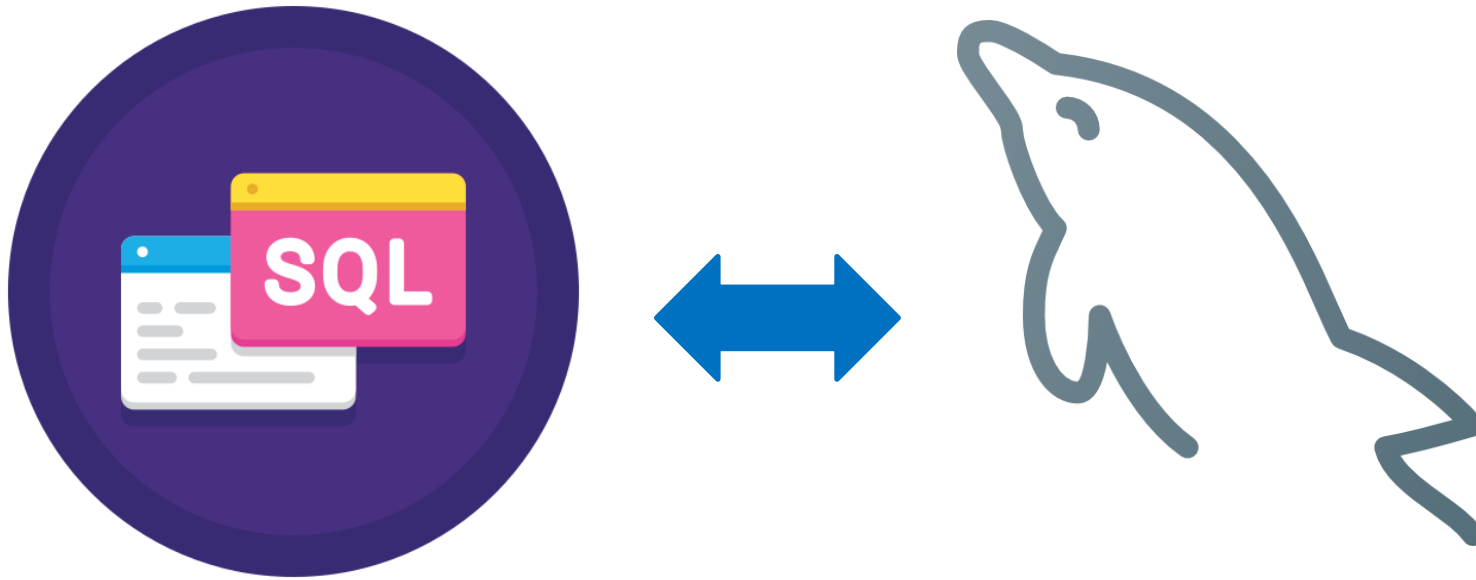


(e) Intersection



(f) Set difference

# Que sigue...



Creación de base de datos y consultas en [MySQL](https://www.mysql.com/)

# Referencias

- Sommerville, I., Software Engineering, 10th Edition, Pearson, 2016, IN, 1292096144, 9781292096148.
- Connolly Thomas M, Database systems : a practical approach to design, implementation and management, 5thed., London : Addison-Wesley, 2010, 9780321523068.
- Perez, C., MySQL para windows y Linux, España, Alfaomega, 2004.
- <https://www.becas-santander.com/es/blog/metodologias-desarrollo-software.html>

**Gracias!**  
**Preguntas...**



**Dr. Esteban Castillo Juarez**

**Google academics:**

<https://scholar.google.com/citations?user=JfZpVO8AAAAJ&hl=en>

<https://dblp.uni-trier.de/pers/hd/c/Castillo:Esteban>