

Título	
<b>CÁLCULO DEL COSTO I/O EN CONSULTAS SQL</b>	
Finalidad	Autor
Explicar un método simplificado para determinar el número de operaciones I/O que requiere una consulta SQL para su ejecución.	Eduardo Encalada aeencalada@utpl.edu.ec
	Revisión
	Sep-2017

## Introducción

Cuando al procesar una consulta SQL, el SGBD realiza una optimización basada en costo, significa que deberá elegir el plan de ejecución que implique menor consumo de recursos de procesamiento. De esos recursos el más relevante en cuanto a costo suele ser el número de accesos a disco (operaciones I/O).

Los planes de ejecución vienen dados por los diferentes caminos que podría seguir el SGBD para ejecutar la consulta, y que se expresan en algebra relacional. Como sabemos una consulta SQL puede tener varias representaciones equivalentes en álgebra relacional. EL SGBD deberá elegir la mejor opción, en este caso tomando como parámetro, el número de accesos a disco requeridos, el plan que realice menos accesos a discos probablemente será el que más rápido ejecute la consulta.

## Escenario

Suponga las tablas PONENCIAS y RELATORES:

**Tabla PONENCIAS**

CODIGO	FECHA	SESION	PONENCIA	RELATOR	SALA	CUPOS
00010	1-Jun-15	HARDWARE	TERMINALES	R02	BOSQUE	50
00020	1-Jun-15	HARDWARE	IMPRESORAS	R10	BOSQUE	50
00030	1-Jun-15	HARDWARE	DIGITALIZADORES	R05	BOSQUE	50
00040	1-Jun-15	HARDWARE	PERIFERICOS	R07	BOSQUE	50
00050	2-Jun-15	COMUNICACIONES	REDES DE ORDENADOR	R05	ALAMO	30
00060	2-Jun-15	COMUNICACIONES	ARQUITECTURA DE REDES	R06	ALAMO	30
00070	2-Jun-15	COMUNICACIONES	REDES DE AREA LOCAL	R08	ALAMO	30
00080	2-Jun-15	COMUNICACIONES	PROTOCOLOS	R04	SAUCE	30
00090	2-Jun-15	COMUNICACIONES	ESTANDARES	R03	BOSQUE	50
00100	2-Jun-15	COMUNICACIONES	NORMATIVAS	R06	BOSQUE	50
00110	3-Jun-15	BASES DE DATOS	B.D. GRAFICAS	R04	SAUCE	30
00120	3-Jun-15	BASES DE DATOS	B.D. RELACIONALES	R09	SAUCE	30
00130	3-Jun-15	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	SISTEMAS EXPERTOS	R06	BOSQUE	50
00140	3-Jun-15	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	PROLOG	R01	BOSQUE	50
00150	4-Jun-15	OFIMATICA	HOJAS DE CALCULO	R05	ROBLE	25
00160	4-Jun-15	OFIMATICA	AUTOEDICION	R08	ROBLE	25
00170	4-Jun-15	SISTEMAS OPERATIVOS	MS-DOS	R10	ALAMO	30
00180	4-Jun-15	SISTEMAS OPERATIVOS	UNIX	R06	ALAMO	30

**Tabla RELATORES**

ID	DNI	NOMBRE	PAIS	ORGANIZACION	PUESTO
R01	30506080	LOPEZ	ARGENTINA	ORDENATA	TECNICO
R02	30345680	ALVAREZ	ARGENTINA	LOGIC	TECNICO
R03	00003443	DUPONT	FRANCIA	TOUTCHIP	PROGRAMADOR
R04	56782341	LEGRAND	FRANCIA	TOUTCHIP	PROGRAMADOR
R05	33344550	YU	JAPON	METRONIKA	ANALISTA
R06	00006080	ANIMOTO	JAPON	METRONIKA	ANALISTA
R07	35467080	TECCA	ITALIA	TERMICOMP	TECNICO
R08	30777780	SMITH	EEUU	LOGIC	GERENTE
R09	00506080	SPENCER	EEUU	LOGIC	ANALISTA
R10	18273580	SIMPSON	EEUU	TERMICOMP	COMERCIAL

Suponga la siguiente consulta que permite obtener el nombre del relator y la ponencia, para aquellas exposiciones realizadas en el auditorio BOSQUE por expositores japoneses:

```
SELECT r.nombre, p.ponencia
FROM ponencias p, relatores r
WHERE p.relator = r.id
      AND p.sala = 'BOSQUE'
      AND r.pais = 'JAPON';
```

¿Cuál sería la estrategia de ejecución más eficiente en este caso? Considera las siguientes alternativas de ejecución:

- A. 1) Realizar un producto cartesiano entre ponencias y relatores; 2) Aplicar filtros; 3) Proyectar columnas
- B. 1) Combinar ponencias y relatores; 2) Aplicar filtros; 3) Proyectar columnas
- C. 1) Filtrar ponencias; 2) Filtrar relatores; 3) Combinar ponencias y relatores filtrados previamente; 4) Proyectar columnas

Cada una de estas alternativas constituye un plan de ejecución

## Desarrollo

### Análisis de los datos:

Filas PONENCIAS: 18

Filas RELADORES: 10

Filas PONENCIAS (donde sala = 'BOSQUE'): 8

Filas RELADORES (donde pais = 'JAPON'): 2

Filas RESULTANTES DE CONSULTA: 3

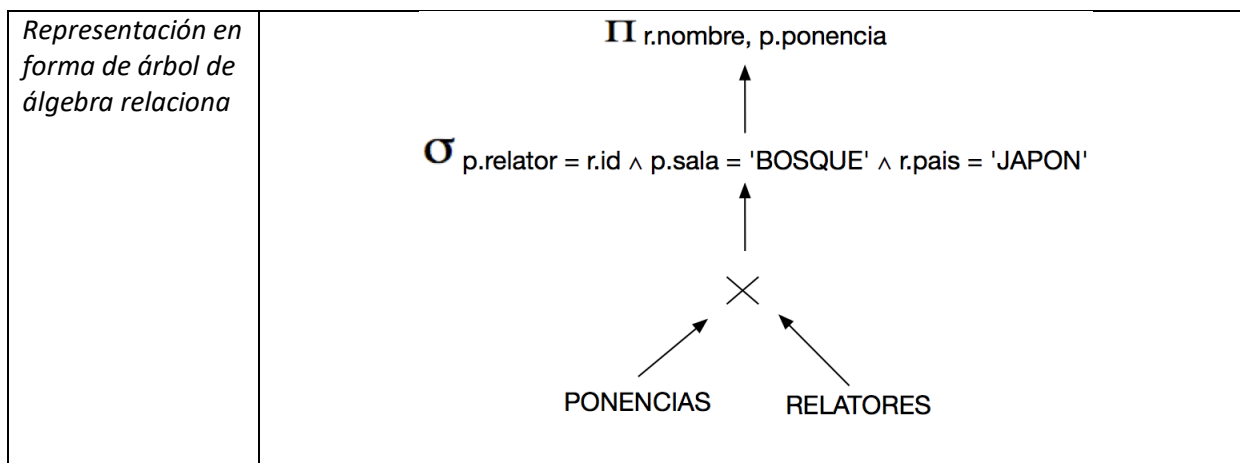
### Supuestos

Para simplificar la explicación del cálculo del número de operaciones I/O asumiremos los siguientes supuestos:

- Cada registro o fila implica una operación de lectura o escritura
- No se usan índices

### Análisis PLAN A

<i>Orden de evaluación de operaciones</i>	1) Realizar un producto cartesiano entre ponencias y relatores 2) Aplicar filtros 3) Proyectar columnas
<i>Representación en álgebra relacional</i>	$\Pi_{r.nombre, p.ponencia} ( \sigma_{(p.relator = r.id) \wedge (p.sala = 'BOSQUE') \wedge (r.pais = 'JAPON')} (ponencias \times relatores) )$



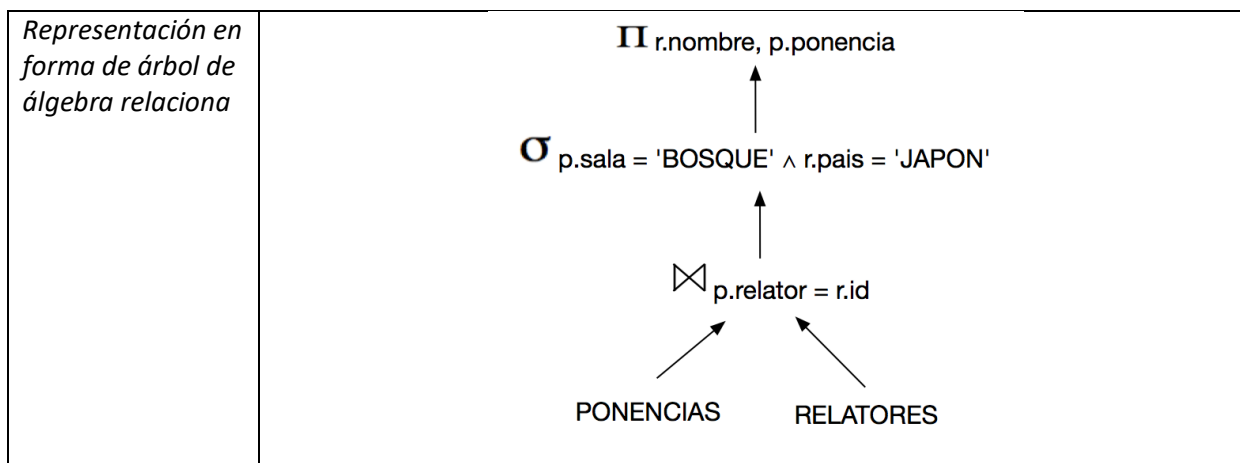
Cálculo de operaciones I/O:

Operación	Lecturas (Input)	Escrituras (Output)	Explicación
Realizar un producto cartesiano entre ponencias y relatores	18+10=28	18*10=180	Para realizar el producto cartesiano, requiere leer todas las filas de ambas tablas. El resultado es todas las combinaciones posibles (18*10)
Aplicar filtros	180	3	Sobre el producto cartesiano, se aplican las condiciones de combinación y selección ( $p.relator = r.id$ and $p.sala = 'BOSQUE'$ and $r.pais = 'JAPON'$ ). Como resultado se obtendrán las 3 filas que cumplen las condiciones de búsqueda.
Proyectar columnas	3	-	Se leen las 3 filas resultantes de la operación anterior y de ellas se proyecta las columnas requeridas, obteniendo el resultado final
TOTAL	211	183	394

En total **394** operaciones de I/O para el plan A

### Análisis PLAN B

<i>Orden de evaluación de operaciones</i>	1) Combinar ponencias y relatores 2) Aplicar filtros 3) Proyectar columnas
<i>Representación en álgebra relacional</i>	$\Pi_{r.nombre, p.ponencia} ( \sigma_{(p.sala = 'BOSQUE') \wedge (r.pais = 'JAPON')} (ponencias \bowtie_{p.relator = r.id} relatores) )$



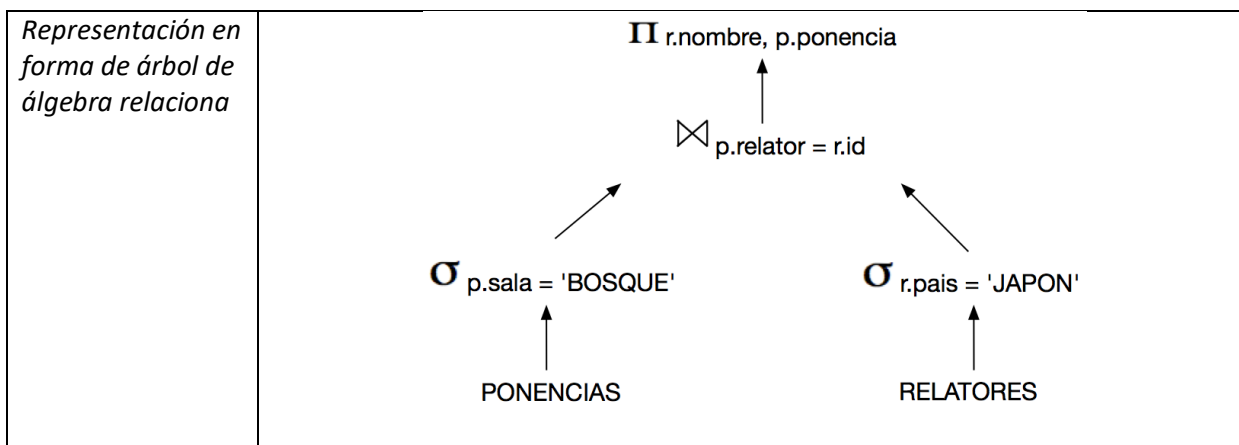
#### Cálculo de operaciones I/O:

Operación	Lecturas (Input)	Escrituras (Output)	Explicación
Combinar ponencias y relatores	18+10=28	18	Para combinar al igual que para el producto cartesiano se requiere primero leer todas las filas de ambas tablas. Luego se combinan únicamente aquellas donde se cumpla la condición de join (p.relator = r.id). Como resultado tendremos 18 combinaciones.
Aplicar filtros	18	3	Sobre las combinaciones resultantes, se aplican las condiciones de selección (p.sala = 'BOSQUE' and r.pais = 'JAPON'). Como resultado se obtendrán las 3 filas que cumplen las condiciones de búsqueda.
Proyectar columnas	3	-	Se leen las 3 filas resultantes de la operación anterior y de ellas se proyecta las columnas requeridas, obteniendo el resultado final
TOTAL	49	21	70

En total **70** operaciones I/O para el plan B

#### Análisis PLAN C

<i>Orden de evaluación de operaciones</i>	1) Filtrar ponencias 2) Filtrar relatores 3) Combinar ponencias y relatores filtrados previamente 4) Proyectar columnas
<i>Representación en álgebra relacional</i>	$\Pi_{r.nombre, p.ponencia} ( ( \sigma_{p.sala = 'BOSQUE'} ( \text{ponencias} ) ) \bowtie_{p.relator = r.id} ( \sigma_{r.pais = 'JAPON'} ( \text{relatores} ) ) )$



#### Cálculo de operaciones I/O:

Operación	Lecturas (Input)	Escrituras (Output)	Explicación
Filtrar ponencias (A)	18	8	Se leen todas las filas de la tabla PONENCIAS y de ellas se filtran únicamente las que cumplen la condición de selección (p.sala = 'BOSQUE')
Filtrar relatores (B)	10	2	Se leen todas las filas de la tabla RELATORES y de ellas se filtran únicamente las que cumplen la condición de selección (r.pais = 'JAPON').
Combinar ponencias y relatores filtrados previamente (A con B)	8 + 2 = 10	3	Con las filas resultantes de las 2 operaciones anteriores, se combina aquellas que cumplen la condición de join (p.relator = r.id). En este caso, de las 8 final de ponencias en sala 'BOSQUE', solo 3 corresponden a los relatores R05 y R06 de Japón.
Proyectar columnas	3	-	Se leen las 3 filas resultantes de la operación anterior y de ellas se proyecta las columnas requeridas, obteniendo el resultado final
TOTAL	41	13	54

En total **54** operaciones de I/O para el plan C

#### Resultado

**El PLAN C es el mejor porque implica un menor número de operaciones I/O.**

#### Aclaraciones

- Los planes presentados no son los únicos para la consulta planteada, pueden existir otros. Pero normalmente aquellos donde primero se filtra cada tabla de forma individual y luego se combinan las filas resultantes, suelen ser los más eficientes. Mientras menos filas se deban combinar menos lecturas/escrituras se deberán realizar.
- Como se estableció en los supuestos, a efectos de simplificar el cálculo, asumimos que no se usan índices. Sin embargo, el uso de índices reduciría aún más número de operaciones I/O. Al hacer búsquedas a través de índices no se requiere cargar todas las filas de la tabla, sino ya únicamente aquellas que cumplan con el criterio de búsqueda.

- Aclarar también que en la práctica el SGBD al acceder a disco no carga registros individuales, carga bloques de datos, donde cada bloque puede contener uno o más registros.