



# Apunte Certamen 3

Marcelo PAZ  
Base de Datos 12 de diciembre de 2023

## 1. Importante

- **Dependencia Funcional:** Sea  $r$  una relación y  $X, Y \subseteq R$  entonces  $X \rightarrow Y$  es una dependencia funcional de  $r$  si y solo si para cada par de tuplas  $t_1$  y  $t_2$  de  $r$  si  $t_1[X] = t_2[X]$  entonces  $t_1[Y] = t_2[Y]$ . **Video explicativo**

Ejercicio:

A	B	C	D
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$
$a_1$	$b_2$	$c_1$	$d_2$
$a_2$	$b_2$	$c_2$	$d_2$
$a_2$	$b_3$	$c_2$	$d_3$
$a_3$	$b_3$	$c_2$	$d_4$

DF trivial  $A \rightarrow A$

1.  $A \rightarrow C$

2.  $C \rightarrow A$

3.  $AB \rightarrow D$

A	C
$a_1$	$c_1$
$a_1$	$c_1$
$a_2$	$c_2$
$a_2$	$c_2$
$a_3$	$c_2$

C	A
$c_1$	$a_1$
$c_1$	$a_1$
$c_2$	$a_2$
$c_2$	$a_2$
$c_2$	$a_3$

AB	D
$a_1b_1$	$d_1$
$a_1b_2$	$d_2$
$a_2b_2$	$d_2$
$a_2b_3$	$d_3$
$a_3b_3$	$d_4$

- **Leyes de Armstrong S+:** Sean  $A, B, C, D \subseteq R$  y  $r$  una relación.

1. *Reflexibilidad:* Si  $B \subset A / A \rightarrow B$ .
2. *Aumentatividad:*  $A \rightarrow B / C \quad AC \rightarrow BC$ .
3. *Descomposición:*  $A \rightarrow BC \quad A \rightarrow B \wedge A \rightarrow C$ .
4. *Composición:*  $A \rightarrow B \wedge C \rightarrow D \quad AC \rightarrow BD$ .
5. *Autodeterminación:*  $A \rightarrow A$ .
6. *\*Transitividad:*  $A \rightarrow B \wedge B \rightarrow C \quad A \rightarrow C$ .
7. *Pseudotransitividad:*  $A \rightarrow B \wedge CB \rightarrow D \quad AC \rightarrow D$ .



- **Super Clave:** Un atributo que determina al resto. Es aquella que es determinante para todos los atributos.
- **Clave Candidata:** Sea  $r$  una relación y  $X \subseteq R$  es una clave candidata de  $r$  si y solo si  $X \rightarrow R$  y  $X$  es minimal. **Video algoritmo alternativo**
- **Forma Normal:** Es una propiedad que satisface un cierto número de restricciones para tener una buena optimización. **Video explicativo**

1. **1FN:** Todos los atributos son atómicos y posee alguna clave candidata.

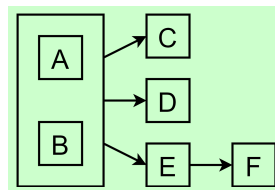
Nombre
Marcelo Paz

Nombre	Apellido
Marcelo	Paz

2. **2FN:** Está en 1FN y todos los atributos no primos dependen de la clave candidata (los atributos depende de su clave).

Sea  $R(A, B, C, D, E, F)$  con DFs:

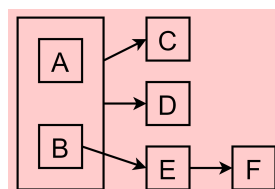
- $AB \rightarrow C$
- $AB \rightarrow D$
- $AB \rightarrow E$
- $E \rightarrow F$



$R$  está en 2FN porque  $C$ ,  $D$  y  $E$  dependen de la clave candidata  $AB$  y  $F$  depende transitivamente de  $AB$ .

Sea  $R(A, B, C, D, E, F)$  con DFs:

- $AB \rightarrow C$
- $AB \rightarrow D$
- $B \rightarrow E$
- $E \rightarrow F$



$R$  NO está en 2FN porque  $E$  depende de  $B$ .

Descomposición a 2FN:

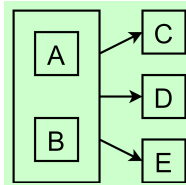
- $R_1(B, E, F)$
- $R_2(A, B, C, D)$



3. **3FN**: Está en 2FN y cada atributo no clave depende de manera no transitiva de atributos clave.

Sea  $R(A, B, C, D, E)$  con DFs:

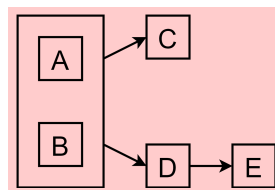
- $AB \rightarrow C$
- $AB \rightarrow D$
- $AB \rightarrow E$



R está en 3FN porque  $C$ ,  $D$  y  $E$  dependen de la clave candidata  $AB$ .

Sea  $R(A, B, C, D, E)$  con DFs:

- $AB \rightarrow C$
- $AB \rightarrow D$
- $D \rightarrow E$



R NO está en 3FN porque  $E$  depende transitivamente de  $AB$ .

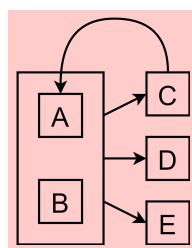
Descomposición a 3FN:

- $R_1(D, E)$
- $R_2(A, B, C, D)$

4. **FNBC**: Está en 3FN y existen dos o más llaves candidatas para la relación, éstas son llaves compuestas (con más de un atributo) y su intersección no es vacía.

Sea  $R(A, B, C, D, E)$  con DFs:

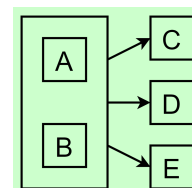
- $AB \rightarrow CDE$
- $C \rightarrow A$



R NO está en FNBC porque  $C$  depende de  $A$  y  $A$  no es clave.

Sea  $R(A, B, C, D, E)$  con DFs:

- $AB \rightarrow CDE$



R está en FNBC porque  $AB$  es clave.



- **Transacciones:** Las transacciones son el fundamento de la ejecución concurrente y la recuperación de un fallo del sistema en un SGBD
- **SGBD:** Sistemas Gestores de Base de Datos son la opción perfecta para crear, gestionar y administrar las bases de datos que poseas.

Desde el punto de vista de SGBD, una transacción es una serie de operaciones de escritura y lectura a la BD.

Propiedades:

1. La ejecución de cada transacción es atómica: o se realizan todas las acciones o no se realiza ninguna.
2. Consistencia: las transacciones deben preservar la consistencia de la BD.
3. Aislamiento: las transacciones están aisladas, o protegidas, de los efectos de otras transacciones.
4. Durabilidad: si la transacción finaliza exitosamente, sus efectos deben persistir incluso si se produce una caída del sistema.

Acciones:

- $R_t(O)$  denota lectura del objeto  $O$  por transacción  $t$ .
  - $W_t(O)$  denota escritura de  $O$  por  $t$ .
  - **Commit(comprometer)** indica que la transacción está terminada satisfactoriamente.
  - **Abort(abortar)** indica que la transacción está terminada y deshechos los cambios realizados en la BD.
- **Plan de ejecución:** es una lista de acciones (lectura, escritura, comprometer o abortar) de un conjunto de transacciones.

Tipo de plan:

- **Plan serial(Secuenciable):** es aquel en el que las transacciones son ejecutadas de inicio a fin, una por una.

Serial: $T_1 \rightarrow T_2$	
$T_1$	$T_2$
$R(A)$ $W(A)$ $R(C)$ $W(C)$ $commit_{T_1}$	
	$R(B)$ $W(B)$ $commit_{T_2}$



Conflictos:

- **Escritura-Lectura (WR):** Lectura sucia.  $T_2$  lee un objeto que fue modificado por  $T_1$ , pero que aún no ha sido comprometido.

Sea:  $A = 1000$  y  $B = 500$ .

$T_1$  transfiere 100 desde A a B.

$T_2$  incrementa A y B en 10 %.

WR		$T_1 \rightarrow T_2$		$T_2 \rightarrow T_1$	
$T_1$	$T_2$	$T_1$	$T_2$	$T_1$	$T_2$
$R(A), A = 1000$ $W(A), A = 900$		$R(A), A = 1000$ $W(A), A = 900$ $R(B), B = 500$ $W(B), B = 600$ $commit_{T_1}$			$R(A), A = 1000$ $W(A), A = 1100$ $R(B), B = 500$ $W(B), B = 550$ $commit_{T_2}$
	$R(A), A = 900$ $W(A), A = 990$ $R(B), B = 500$ $W(B), B = 550$ $commit_{T_2}$		$R(A), A = 900$ $W(A), A = 990$ $R(B), B = 600$ $W(B), B = 660$ $commit_{T_2}$	$R(A), A = 1100$ $W(A), A = 1000$ $R(B), B = 550$ $W(B), B = 650$ $commit_{T_1}$	
$R(B), B = 550$ $W(B), B = 650$ $commit_{T_1}$					
$A = 990$ y $B = 650$ .		$A = 990$ y $B = 660$ .		$A = 1000$ y $B = 650$ .	

El problema es que  $T_2$  lee el valor de A modificado por  $T_1$  pero no comprometido. Mostrándonos resultados diferentes.

- **Lectura-Escritura(RW):**  $T_2$  modifica el valor de un objeto A que es leído por una  $T_1$ , mientras  $T_1$  está aún en progreso.

Considere las transacciones  $T_1$  y  $T_2$ , y sea A el número de copias disponibles de un libro.

$T_1$  lee  $A = 1$ .

$T_2$  lee  $A = 1$ , resta 1 y compromete ( $A=0$ )

$T_1$  trata de restar 1 a A y recibe un error, A ya no tiene el valor 1

- **Escritura-Escritura(WW):**  $T_2$  sobrescribe el valor de un objeto A que ya ha sido modificado por una transacción  $T_1$ , mientras  $T_1$  todavía está en progreso.

Suponga que los salario de Pedro y Juan deben ser iguales:

$T_1$  asigna salarios iguales a 2000.

$T_2$  asigna salarios iguales a 1000.

$T_1$	$T_2$
$W(Juan), Salario = 2000$	$W(Pedro), Salario = 1000$
$W(Pedro), Salario = 2000$ $commit_{T_1}$	$W(Juan), Salario = 1000$ $commit_{T_2}$
$P_{salario} \neq J_{salario}$	



- **Plan con Abort:** Cuando una transacción aborta, todas las acciones son deshechas, y la BD vuelve al estado inicial.

Considere las transacciones  $T_1$  y  $T_2$ :

$T_1$  transfiere 100 desde la cuenta A a la B.

$T_2$  incrementa A y B por el 10 %.

Supongamos los valores iniciales  $A = 1000$  y  $B = 500$

$T_1$	$T_2$
$R(A), A = 1000$ $W(A), A = 900$  $abort_{T_1}$	$R(A), A = 900$ $W(A), A = 990$ $R(B), B = 500$ $W(B), B = 550$ $commit_{T_2}$

$T_2$  ha leído un valor de A que no debería haber estado nunca ahí.

Como  $T_2$  ya comprometió sus acciones no pueden ser deshechas

- **Plan recuperable:** las transacciones se comprometen sólo después de que se comprometan a su vez todas las transacciones que hayan leído sus cambios.
- **Planes conflictos equivalentes:** Dos acciones están en conflicto si operan sobre el mismo objeto y al menos una de ellas es escritura.

Podemos cambiar el orden de acciones que no son conflictivas sin alterar el efecto del plan sobre la BD

Todo plan conflicto equivalente es serializable.

Considere el siguiente plan:

$$R_{T_1}(x), R_{T_2}(y), W_{T_3}(x), R_{T_2}(x), R_{T_1}(y)$$

$T_1$	$T_2$	$T_3$
$R(x)$	$R(y)$	
	$R(x)$	$W(x)$
$R(y)$		

 $\Rightarrow$ 

$T_1$	$T_2$	$T_3$
$R(x)$		
$R(y)$		
	$R(y)$	$W(x)$
	$R(x)$	

1. Las lecturas de  $T_1$  pueden ser ejecutadas en el siguiente orden:  
 $R_{T_1}(x), R_{T_1}(y), R_{T_2}(y), W_{T_3}(x), R_{T_2}(x)$
2. La lectura de  $T_2$  se puede reordenar de la siguiente forma:  
 $R_{T_1}(x), R_{T_2}(y), W_{T_3}(x), R_{T_2}(x), R_{T_1}(y)$
3. El plan es conflicto equivalente a la ejecución serial  $T_1-T_3-T_2$ , y como consecuencia el plan es serializable.



- **Control de Concurrency Basado en Bloqueos:** Un SGBD solo debe permitir la ejecución de planes que son serializables y recuperables.

Tipos de bloqueos:

- **Bloqueo compartido** ( $S_T(O)$ ): Un bloqueo compartido sobre un objeto  $O$  permite que una transacción  $T$  lea  $O$  pero no lo modifique.
- **Bloqueo exclusivo** ( $X_T(O)$ ): Un bloqueo exclusivo sobre un objeto  $O$  permite que una transacción  $T$  lea y modifique  $O$ .

Protocolos:

- **2PL estricto:** El protocolo 2PL estricto permite que solo planes seguros sean ejecutados.

Reglas:

1. Si una transacción  $T$  quiere leer (respectivamente, modificar) un objeto, primero solicita un bloqueo compartido (respectivamente, exclusivo) sobre el objeto.
2. Todos los bloqueos concedidos a una transacción se liberan cuando la transacción se completa.

$T_1$	$T_2$
$X(A)$ $R(A)$ $W(A)$ $X(B)$ $R(B)$ $W(B)$ $commit_{T_1}$	
	$X(B)$ $R(B)$ $W(B)$ $commit_{T_2}$

$T_1$	$T_2$
$S(A)$ $R(A)$	$S(A)$ $R(A)$ $X(B)$ $R(B)$ $W(B)$ $commit_{T_2}$
$X(C)$ $R(C)$ $W(C)$ $commit_{T_1}$	

$T_1$	$T_2$
$R(A)$ $W(A)$	$R(A)$ $W(A)$ $R(B)$ $W(B)$ $commit_{T_2}$
$R(B)$ $W(B)$ $commit_{T_1}$	



- **2PL:** En 2PL una transacción puede entregar sus candados antes del final de la transacción (antes de commit o abort).

Reglas:

1. Si una transacción  $T$  quiere leer (respectivamente, modificar) un objeto, primero solicita un bloqueo compartido (respectivamente, exclusivo) sobre el objeto.
2. Una transacción no puede pedir candados adicionales una vez que empieza a devolver sus candados.

$T_1$	$T_2$
$X(A)$ $R(A)$ $W(A)$ $X(B)$ $liberar X(A)$	$X(A)$ $R(A)$ $W(A)$ $X(C)$ $W(C)$ $liberar X(A)$ $liberar X(C)$ $commit_{T_2}$
$W(B)$ $liberar X(B)$ $commit_{T_1}$	

- **Interbloqueos:** Es un ciclo en el cual dos o más transacción esperan por un bloqueo que la otra tiene.

$T_1$	$T_2$
$X(A)$ $R(A)$ $W(A)$  $Solicita X(B)$	$X(B)$ $R(B)$ $W(B)$  $Solicita X(A)$

Prevención: Se le otorga a cada transacción un **nivel de prioridad**, y se le otorga el bloqueo al que tenga mayor prioridad.





- **Recuperación de una BD:**

- **LOG:** es un historial de las acciones ejecutadas por el SGBD.

Operaciones que se registran en el LOG:

- Actualizaciones a páginas: updates.
- Commit: una transacción compromete sus cambios una vez que “commit” es registrado en el LOG y éste ha sido almacenado en disco
- Abort
- End: finalización real de la transacción, se finalizan operaciones extras como borrar archivos, etc.
- Recuperación: se registran todas las actualizaciones que son deshechas debido a abortos de transacciones o fallas del sistema.

- **ARIES:** Algoritmo de recuperación de una BD.

Es invocado después de una caída del sistema.

Fases:

1. Análisis: identificación de “páginas sucias”, i.e. páginas con datos que están en el buffer y no han sido escritos en disco y la identificación de las transacciones activas.
2. Rehacer: repetir todas las acciones, partiendo desde el último punto de revisión (checkpoint) del LOG hasta dejar la BD en el mismo estado antes de la caída.
3. Deshacer: deshacer todas las acciones de transacciones que no se comprometieron. De esta manera, la BD refleja solo las acciones de transacciones comprometidas.

Ejemplo:

LSN		LOG
10	-	update: $T_1$ escribe $P5$
20	-	update: $T_2$ escribe $P3$
30	-	$T_1$ abort
40,45	-	Deshacer $T_1$ LSN 10, $T_1$ end
50	-	update: $T_3$ escribe $P1$
60	-	update: $T_2$ escribe $P5$
	X	CRASH, RESTART
70	-	Deshacer $T_2$ LSN 60
80,85	-	Deshacer $T_3$ LSN 50, $T_3$ end
	X	CRASH, RESTART
90,95	-	Deshacer $T_2$ LSN 20, $T_2$ end



## 2. Ejercicios

### Certamen 2 2022

1. Considere la relación  $R(A, B, C, D, E, F)$  con DFs:

- $E \rightarrow F$  (1)
- $A \rightarrow E$  (2)
- $EC \rightarrow A$  (3)
- $ABC \rightarrow D$  (4)

---

A) Genere las posibles claves candidatas para R. Desarrolle paso a paso nombrando los axiomas de Armstrong. TIP: Existen 2 claves candidatas.

Para la 1° clave candidata comenzamos de  $ABC$ :

(4)	$ABC \rightarrow D$	Dado
(5)	$ABC \rightarrow A$	Reflexibilidad (4)
(6)	$ABC \rightarrow B$	Reflexibilidad (4)
(7)	$ABC \rightarrow C$	Reflexibilidad (4)
(8)	$ABC \rightarrow E$	Transitividad de (5) $\wedge$ (2)
(8)	$ABC \rightarrow F$	Transitividad de (8) $\wedge$ (1)

Por lo tanto  $ABC$  es una clave candidata pues obtenemos  $ABCDEF$ .

---

Para la 2° clave candidata comenzamos de  $EC$ :

(3)	$EC \rightarrow A$	Dado
(5)	$EC \rightarrow E$	Reflexibilidad (3)
(6)	$EC \rightarrow C$	Reflexibilidad (3)
(7)	$EC \rightarrow F$	Transitividad de (5) $\wedge$ (1)
(8)	$BCE \rightarrow AB$	Aumentatividad en $B$
(9)	$BCE \rightarrow A$	Descomposición de (8)
(10)	$BCE \rightarrow B$	Descomposición de (8)
(11)	$BCE \rightarrow C$	Reflexibilidad de (8)
(12)	$BCE \rightarrow ABC$	Union de (8) $\wedge$ (11)
(13)	$BCE \rightarrow D$	Transitividad de (12) $\wedge$ (4)

Por lo tanto  $BCE$  es una clave candidata pues obtenemos  $ABCDEF$ .



B) ¿En cuál forma normal se encuentra R y por qué no cumple con la siguiente forma normal? Justifique.

**Respuesta:** R se encuentra en 1FN pues todos los atributos son atómicos. R no cumple con 2FN, porque hay DFs que dependen parcialmente de la clave candidata  $E \rightarrow F$ .

---

C) Si R no está en FNBC descomponga R paulatinamente hasta dejar un conjunto de relaciones en FNBC (si es posible). Justifique cada paso.

**Respuesta:**

$R_1(E, F)$

- $E \rightarrow F$

\*  $R_1$  esta en 3FN y FNBC porque E es super clave.

$R_2(A, B, C, D, E)$

- $A \rightarrow E$
- $EC \rightarrow A$
- $ABC \rightarrow D$

\*  $R_2$  esta en 3FN pero no en FNBC porque ni A ni EC son super clave.

Descomposición  $R_2$

- $R_{21}(A, E)$ 
  - $A \rightarrow E$

\*  $R_{21}$  esta en 3FN y FNBC porque A es super clave.

- $R_{22}(A, B, C, D)$ 
  - $ABC \rightarrow D$

\*  $R_{22}$  esta en 3FN y FNBC porque ABC es super clave.

- 
2. Considere la relación  $R(A, B, C, D)$ , donde el conjunto  $AB$  es clave candidata para R.

A) ¿Qué puede concluir a raíz de que  $AB$  es clave candidata para R? TIP: nombre las dependencias funcionales que se cumplen en R.

**Respuesta:** DFs que se cumplen en R:

- $AB \rightarrow C$
- $AB \rightarrow D$

Estas DFs satisfacen R con AB como clave candidata.



B) Agregue una dependencia funcional de tal manera que R no cumpla con la 2FN.

Respuesta:

- $A \rightarrow C$
- $A \rightarrow D$
- $B \rightarrow C$
- $B \rightarrow D$

3. Considere el siguiente plan:

$$S = \{R_3(z), R_3(y), W_2(y), R_2(z), R_3(x), R_1(x), W_1(x), W_2(x)\}$$

A) Demuestre que S es conflicto equivalente a un plan serial.

Respuesta:

$$S = R_3(z), R_3(y), W_2(y), R_2(z), R_3(x), R_1(x), W_1(x), W_2(x)$$

$$R_3(z), R_3(y), R_3(x), W_2(y), R_2(z), R_1(x), W_1(x), W_2(x)$$

$$R_3(z), R_3(y), R_3(x), R_1(x), W_1(x), W_2(y), R_2(z), W_2(x)$$

Original

$T_1$	$T_2$	$T_3$
		$R(z)$
		$R(y)$
	$W(y)$	
	$R(z)$	
		$R(x)$
$R(x)$		
$W(x)$		
	$W(x)$	

Plan Serial

$T_1$	$T_2$	$T_3$
		$R(z)$
		$R(y)$
		$R(x)$
	$W(y)$	
	$R(z)$	
$R(x)$		
$W(x)$		
	$W(x)$	

$T_1$	$T_2$	$T_3$
		$R(z)$
		$R(y)$
		$R(x)$
	$W(y)$	
	$R(z)$	
$R(x)$		
$W(x)$		
	$W(x)$	



B) Muestre la ejecución del plan bajo el protocolo 2PL estricto.

Respuesta: 2PL Estricto

$T_1$	$T_2$	$T_3$
$X(x)$ $R(x)$ $W(x)$ $Commit_{T_1}$	$X(y)$ Esperar $T_3$  $W(y)$ $S(z)$ $R(z)$  $X(x)$ $W(x)$ $Commit_{T_2}$	$S(z)$ $R(z)$ $S(y)$ $R(y)$  $S(x)$ $R(x)$ $Commit_{T_3}$

C) Muestre la ejecución del plan bajo el protocolo 2PL.

Respuesta: 2PL

$T_1$	$T_2$	$T_3$
$X(x)$ $R(x)$ $W(x)$ $Commit_{T_1}$ y Liberar " $x$ "	$X(y)$ $W(y)$ $S(z)$ $R(z)$  $X(x)$ $W(x)$ $Commit_{T_2}$	$S(z)$ $R(z)$ $S(y)$ $R(y)$ $S(x)$ Liberar " $z$ " y " $y$ "  $R(x)$ $Commit_{T_3}$ y Liberar " $x$ "



4. Considere el siguiente historial:

LSN		LOG
10	-	update: $T_2$ escribe $P_5$
20	-	update: $T_3$ escribe $P_1$
30	-	update: $T_1$ escribe $P_4$
40	-	update: $T_2$ escribe $P_6$
50	-	$T_2$ commit
60	-	update: $T_1$ escribe $P_4$
70	-	$T_2$ end
80	-	update: $T_3$ escribe $P_2$
90	-	update: $T_1$ escribe $P_6$
100	-	update: $T_3$ escribe $P_7$
	X	CRASH, RESTART

Complete el LOG con la etapa de restauración de la base de datos.

LSN		LOG
110	-	Deshacer $T_3$ LSN 100
120	-	Deshacer $T_1$ LSN 90
130	-	Deshacer $T_3$ LSN 80
140	-	Deshacer $T_1$ LSN 60
150	-	Deshacer $T_1$ LSN 30
160	-	$T_1$ end
170	-	Deshacer $T_3$ LSN 20
180	-	$T_3$ end



## Guía Transacciones y Recuperación de Base de Datos

### Recuperación de BDs

1. Complete el historial con las acciones efectuadas en la etapa de Deshacer.

LSN		LOG
10	-	update: $T_1$ escribe $P_2$
20	-	update: $T_1$ escribe $P_1$
30	-	update: $T_2$ escribe $P_5$
40	-	update: $T_3$ escribe $P_3$
50	-	$T_3$ commit
60	-	update: $T_2$ escribe $P_5$
70	-	update: $T_2$ escribe $P_3$
80	-	$T_2$ abort
90	-	update: $T_1$ escribe $P_4$
100	-	$T_3$ end
	X	CRASH, RESTART
110	-	Deshacer $T_1$ LSN 90
120	-	Deshacer $T_2$ LSN 70
130	-	Deshacer $T_2$ LSN 60
140	-	Deshacer $T_2$ LSN 30
150	-	$T_2$ end
160	-	Deshacer $T_1$ LSN 20
170	-	Deshacer $T_1$ LSN 10
180	-	$T_1$ end

2. Complete el historial con las acciones efectuadas en la etapa de Deshacer.

LSN		LOG
10	-	update: $T_3$ escribe $P_2$
20	-	update: $T_1$ escribe $P_1$
30	-	update: $T_3$ escribe $P_3$
40	-	$T_3$ abort
50	-	update: $T_1$ escribe $P_5$
60	-	update: $T_2$ escribe $P_4$
70	-	$T_1$ abort
80	-	update: $T_2$ escribe $P_6$
90	-	Deshacer $T_3$ LSN 30
100	-	Deshacer $T_3$ LSN 10
110	-	$T_3$ end
	X	CRASH, RESTART
120	-	Deshacer $T_2$ LSN 80
130	-	Deshacer $T_1$ LSN 50
140	-	Deshacer $T_2$ LSN 60
150	-	$T_2$ end
160	-	Deshacer $T_1$ LSN 20
170	-	$T_1$ end

\* Parece que el **abort** tiene preferencia en el Deshacer LSN 130.