

3.6. Árboles B

DEFINICIONES

- ✳ Un árbol B de orden m es un árbol m -camino de búsqueda que está vacío o satisface las siguientes propiedades:
- El nodo raíz tiene al menos una clave (o dos hijos)
 - Todos los nodos interiores, excepto la raíz tienen al menos $m/2$ (redondeo) hijos —ó $(m-1)/2$ (parte entera) claves—, y “ m ” hijos como máximo ($m-1$ claves)
 - Todas las hojas están en el mismo nivel

	$m = \text{n}^\circ \text{ máx. hijos}$	$m-1 = \text{n}^\circ \text{ máx. claves}$	$m/2 = \text{n}^\circ \text{ mín. hijos}$	$(m-1)/2 = \text{n}^\circ \text{ mín. claves}$
(árb. 2-3)	3	2	2	1
(árb. 2-3-4)	4	3	2	1
	5	4	3	2
	6	5	3	2
	7	6	4	3
	8	7	4	3
	9	8	5	4
	10	9	5	4

1

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS

- ✳ Elección de m
- Es conveniente m grande para que el número de accesos a disco sea lo menor posible.
 - Tiempo total para buscar una clave x :
 - Leer el nodo del disco (Velocidad de acceso a dispositivo externo)
 - Búsqueda en el nodo de la etiqueta (Velocidad de CPU)
- ✳ Operaciones básicas:
- Búsqueda (similar a los árboles multicamino de búsqueda)
 - Inserción (se realiza en las hojas. Se pueden producir reestructuraciones del árbol en el camino de vuelta)
 - Borrado (se realiza en las hojas. Se pueden producir reestructuraciones del árbol en el camino de vuelta)

2

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (I)

🔧 Pasos necesarios:

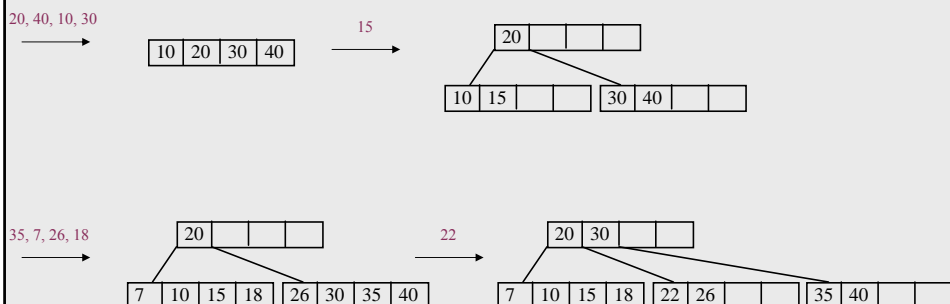
- 🔧 1) Búsqueda del nodo hoja correspondiente en orden a la clave a insertar, x , la cual será insertada si no existe en el árbol
- 🔧 2) Si el nodo hoja correspondiente no está lleno, es decir, el número de claves o entradas es menor que " $m-1$ ", se insertará en ese nodo, respetando el orden de las claves
- 🔧 3) Si el nodo hoja está lleno (número de claves es igual a " $m-1$ "), se procede a la división celular:
 - Se crea un nuevo nodo, repartíendose el contenido del nodo lleno entre los dos nodos, y la clave intermedia sube un nivel, es decir, se le añade una nueva entrada al padre
 - Si cabe en el padre, ya está, si no se procederá a la división celular de éste

3

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (II)

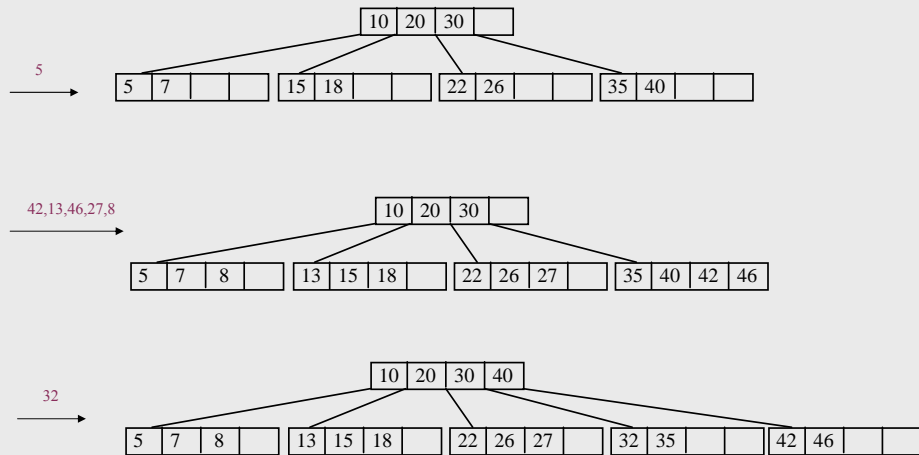
- 🔧 **Ejemplo:** Insertar los siguientes items en un árbol B inicialmente vacío de orden $m=5$: 20, 40, 10, 30, 15, 35, 7, 26, 18, 22, 5, 42, 13, 46, 27, 8, 32, 38, 24, 45, 25



4

3.6. Árboles B

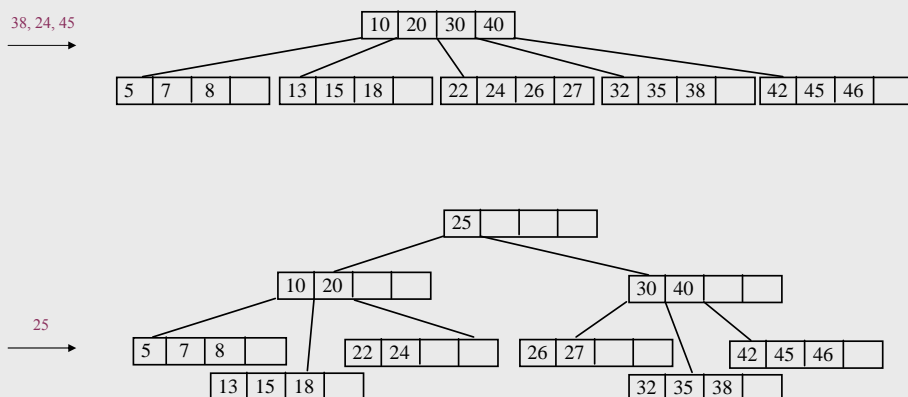
OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (III)



5

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (IV)



6

3.6. Árboles B

EJERCICIOS inserción

- 1) Insertar los siguientes items en un árbol B inicialmente vacío de orden $m=6$: 20, 40, 10, 30, 15, 35, 7, 26, 18, 22, 5, 42, 13, 46, 27, 8, 32, 38, 24, 45, 25. (división: 2 izqda, 3 dcha)

7

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (I)

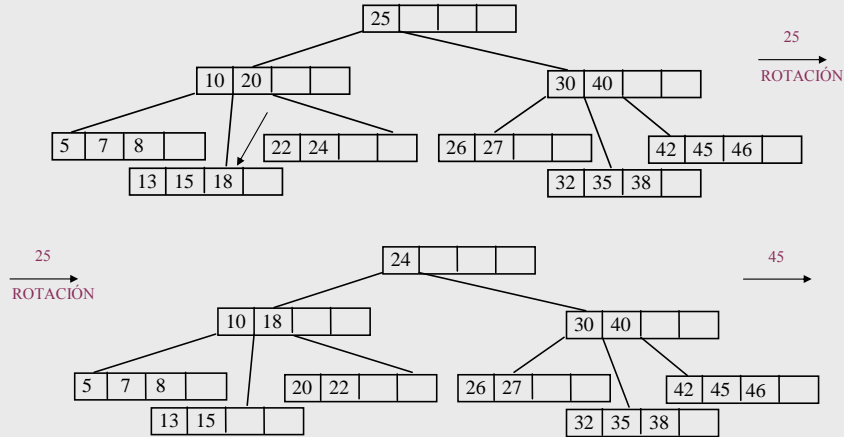
- 1) Búsqueda del nodo correspondiente.
- 2) a) La clave a suprimir es una hoja.
- Si tras la supresión de la clave correspondiente la hoja se queda con $(m-1)/2$ ó más claves \rightarrow no hay problema
 - Sino, **//nº claves $< (m-1)/2$**
 - Si una hoja vecina hija del mismo padre tiene más o igual de $m/2$ claves, éstas se reparten entre los dos: la clave intermedia entre los dos hijos para la hoja donde se ha hecho el borrado, y éste es sustituida por una etiqueta del otro nodo (u hoja).
- //ROTACIÓN**
- Sino,
 - de la hoja de la cual se ha hecho el borrado, de una vecina, y de la clave del padre que las separaba antes de la supresión, se hace una sóla.
- //COMBINACIÓN**
- Si el padre se queda con menos de $m/2$ hijos ($m/2 - 1$ claves), se fusiona con otro hermano de la misma manera, y así sucesivamente.
- b) La clave a suprimir no es una hoja \rightarrow sustituir mayor izqda o menor dcha

8

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (II)

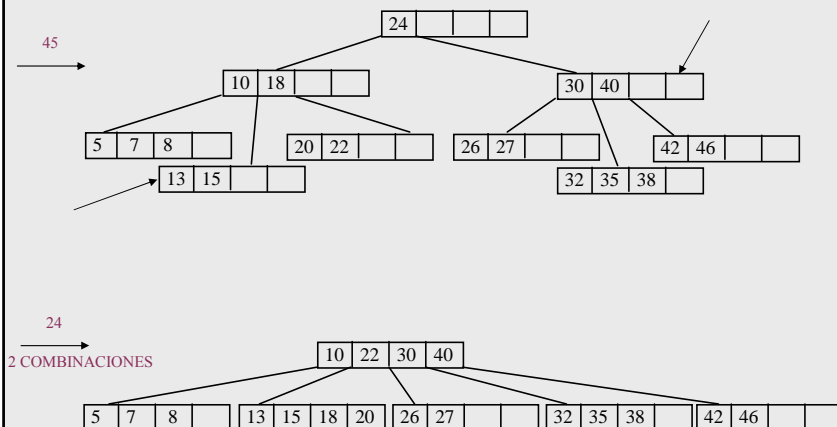
✚ **Ejemplo:** Borrar en el siguiente árbol B (con $m=5$) los elementos: 25, 45, 24, 38, 32, 8, 27, 46, 13 y 42. (Criterios: (1) si el nodo tiene dos hijos hay que sustituir por el mayor de la izquierda, (2) consultar el hermano de la derecha)



9

3.6. Árboles B

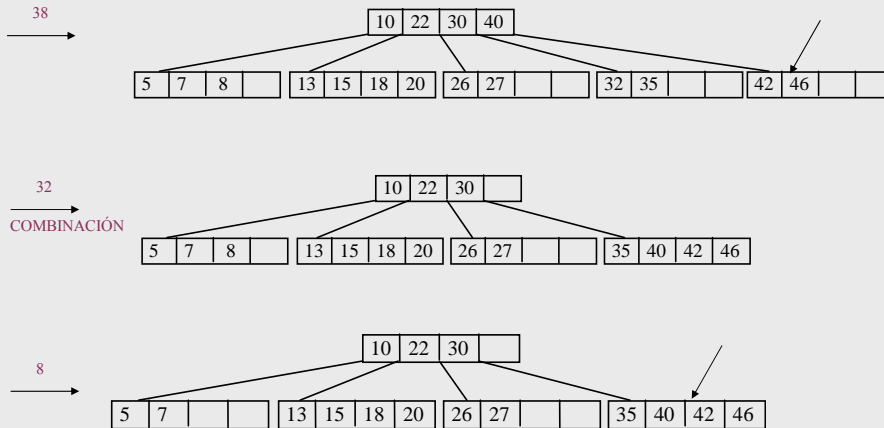
OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (III)



10

3.6. Árboles B

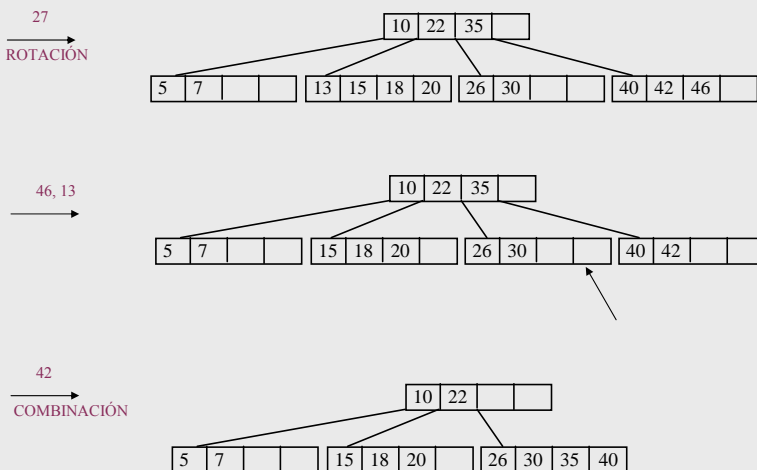
OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (IV)



11

3.6. Árboles B

OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (V)



12

3.6. Árboles B

EJERCICIOS borrado

- 1) Borrar en el siguiente árbol B (con $m=5$) los elementos: 5, 22, 18, 26, 7, 35 y 15. (Criterios: (1) si el nodo tiene dos hijos hay que sustituir por el mayor de la izquierda, (2) consultar el hermano de la derecha)

