



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS
ESTRUCTURAS DE DATOS**

ARBOLES B

Los **árboles B** fueron creados por Bayer y McCreight en 1970 y pertenecen a los Árboles Multicaminos. Los nodos de un árbol B se denominan páginas.

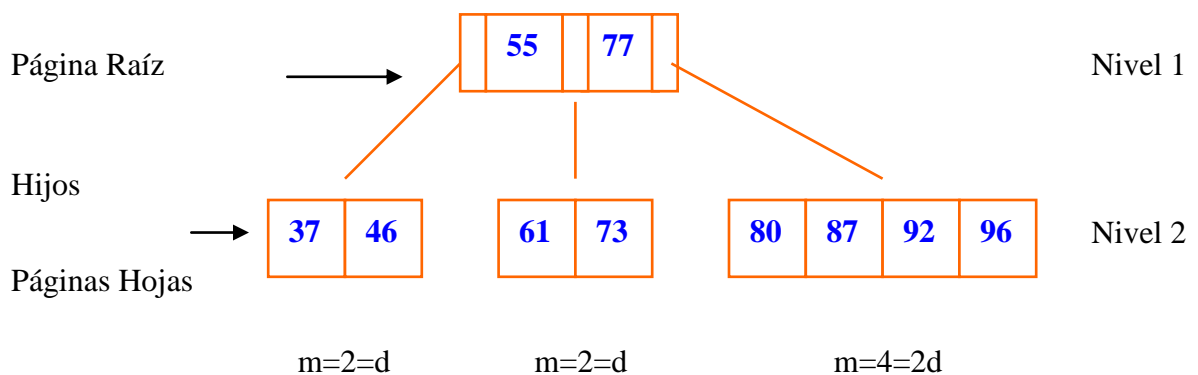
Se denota: **m** expresa el número de elementos por página

d es el orden del árbol B

Un **árbol B** se define como:

1. Cada página, excepto la raíz, contiene entre d y $2d$ elementos.
2. Cada página, excepto la raíz y las hojas, tiene entre $d+1$ y $2d+1$ descendientes.
3. La raíz tiene al menos dos descendientes.
4. Las hojas están todas al mismo nivel.

Ejemplo: Arbol B de Orden 2 ($d=2$):



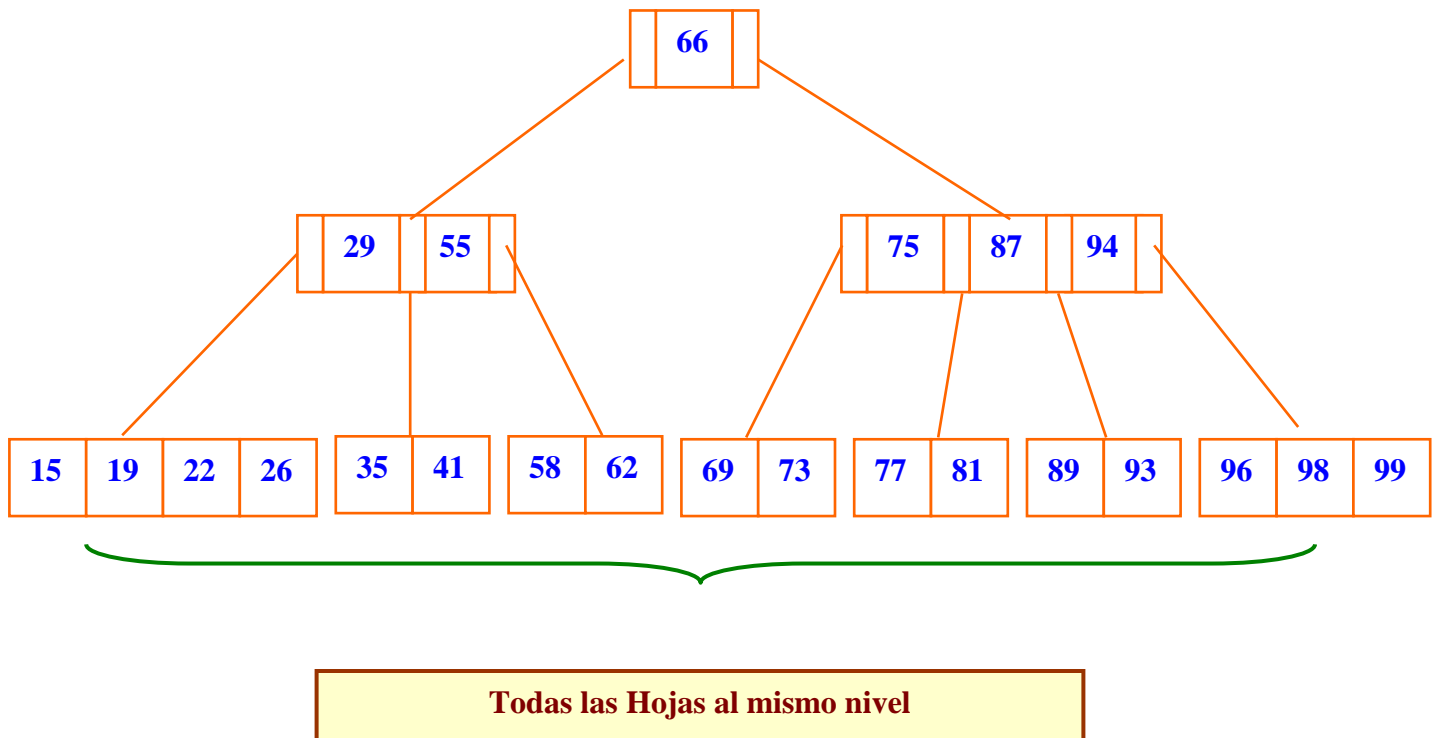
$$d+1 \leq \text{Hijos} \leq 2d+1$$

$$2 + 1 \leq 3 \leq 2(2)+1$$

$$3 \leq 3 \leq 5$$

Considerando el árbol B de la siguiente figura, se puede determinar:

Orden = 2, Altura = 3, $m=2, 3$ ó 4 excepto raíz ($m=1$) y Elementos en orden creciente o ascendente

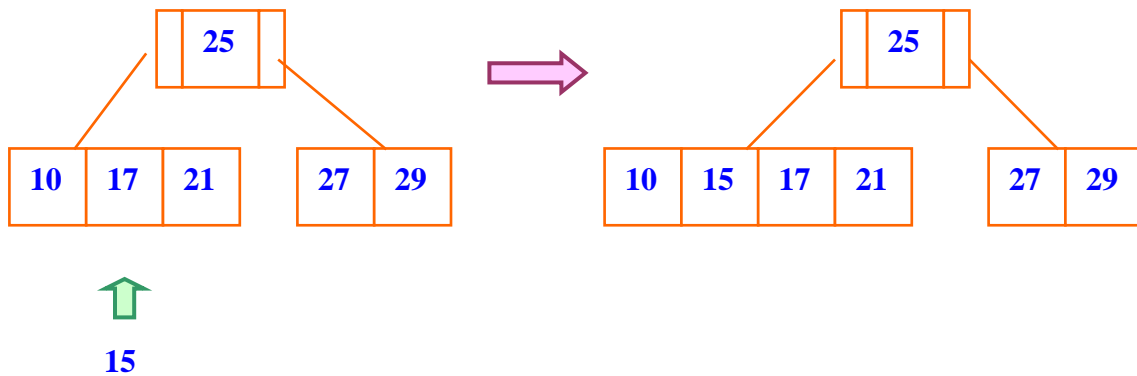


1. Operación de Inserción en los Árboles B

Los árboles B crecen de abajo hacia arriba, desde las hojas hacia la raíz.

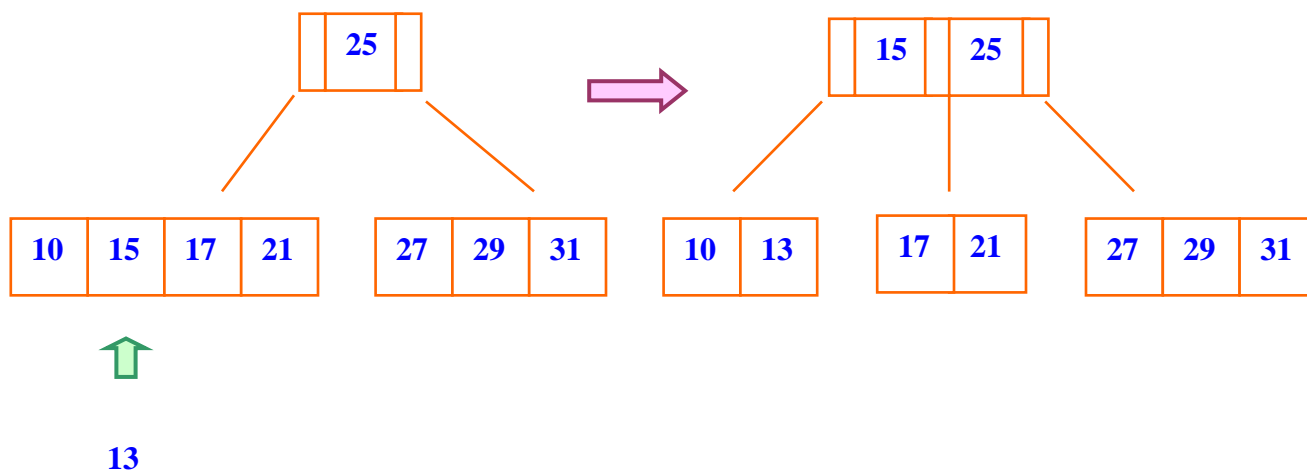
- Proceso:
- Localizar página donde corresponde insertar la clave.
 - Si $m < 2d$, la clave se inserta en el lugar que le corresponde.

Ejemplo: Inserción de la clave 15 en el árbol B:



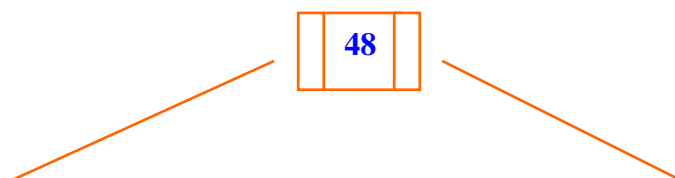
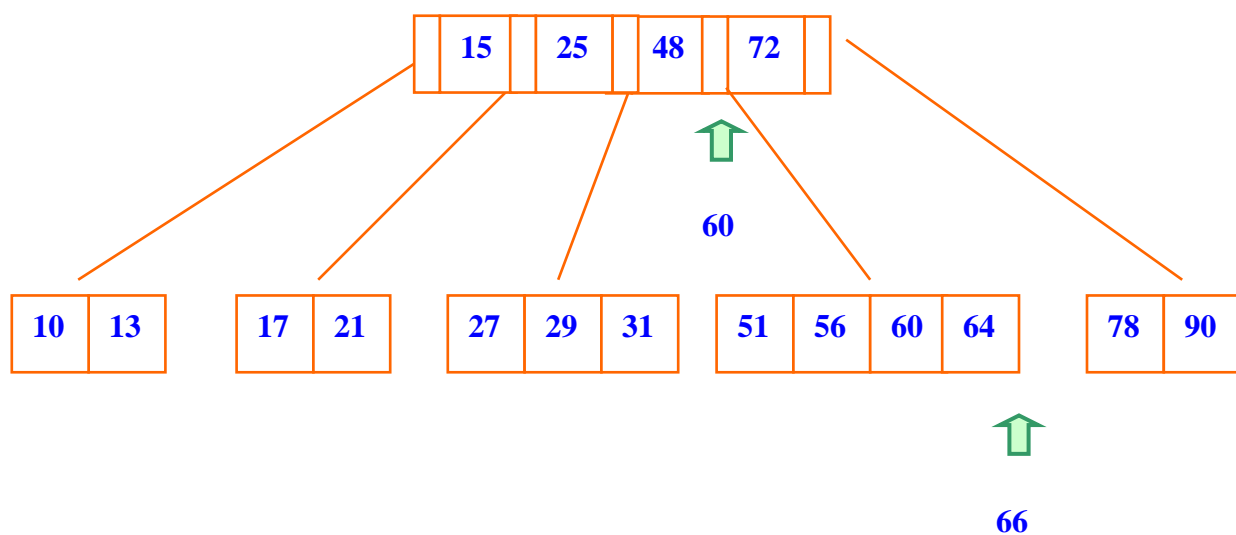
- Si $m=2d$, la página afectada se divide en 2, distribuyéndose las $m+1$ claves equitativamente entre las dos páginas y la clave del medio sube a la página antecesora.

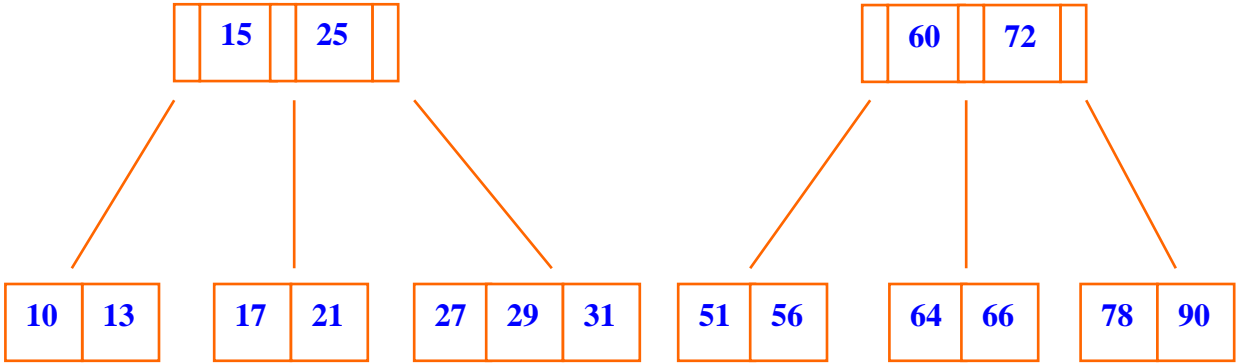
Ejemplo: Inserción de la clave 13 en el árbol B:



- d) Si la página antecesora se desborda nuevamente, entonces se tendrá que repetir el proceso correspondiente al caso anterior. El proceso de propagación puede llegar incluso hasta la raíz, en dicho caso la altura del árbol puede incrementarse en una unidad ($h++$).

Ejemplo: Inserción de la clave 66 en el árbol B:

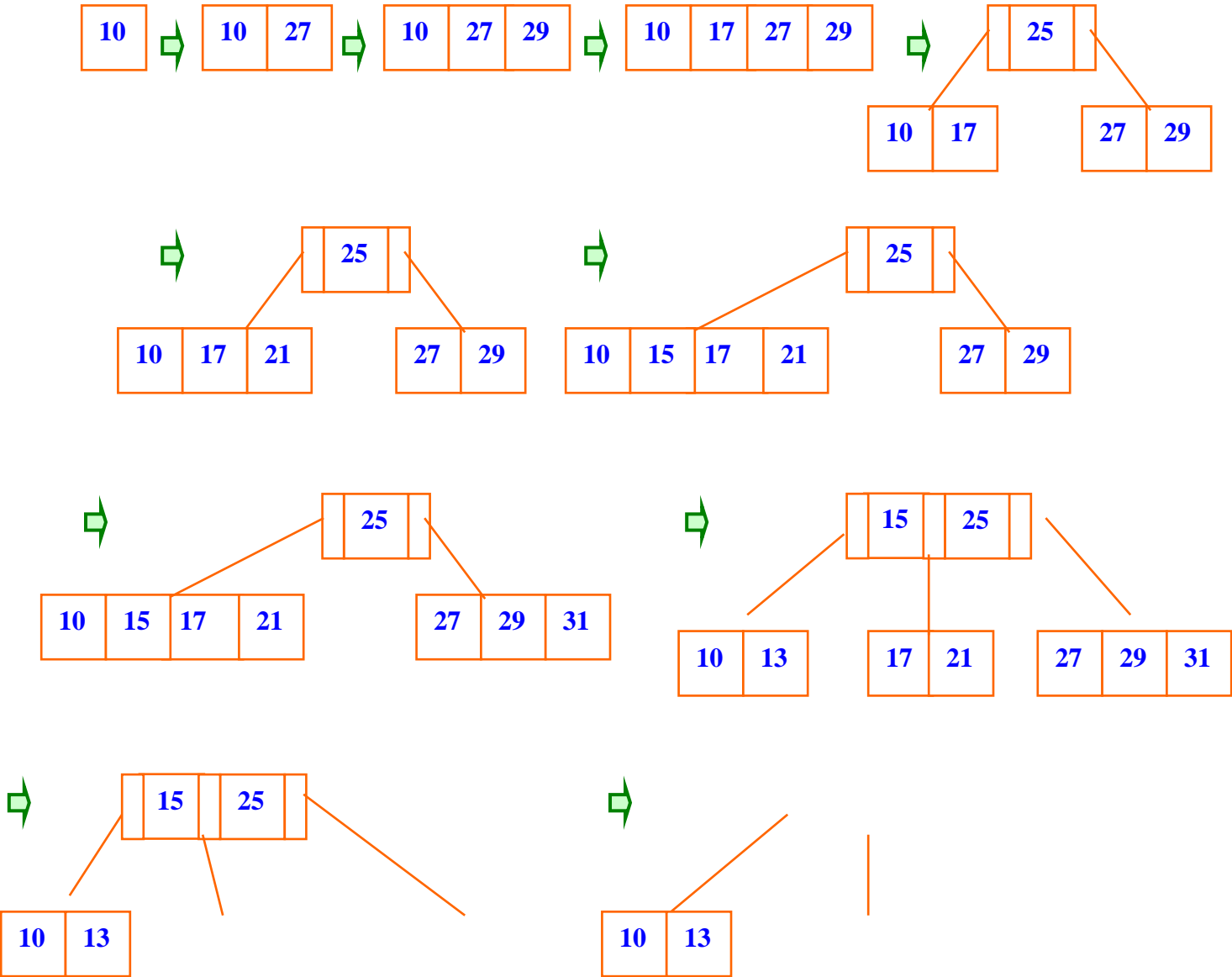


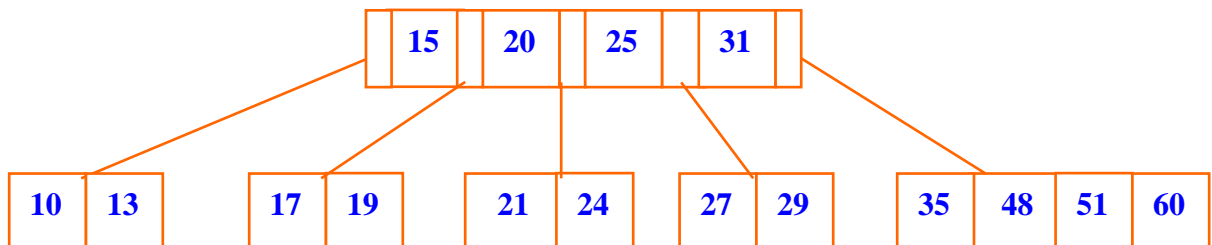
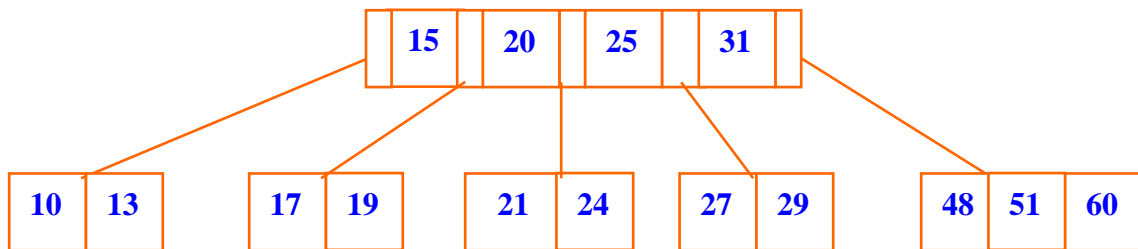
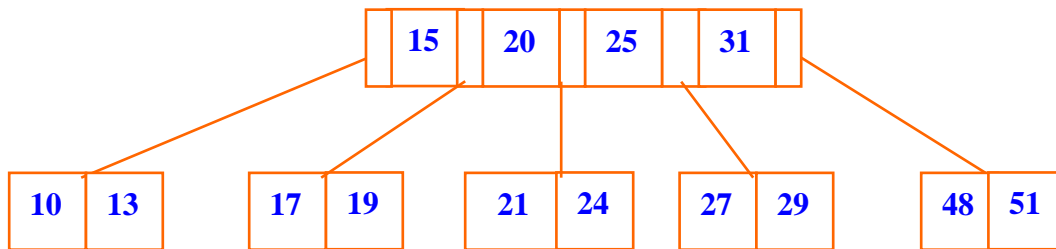
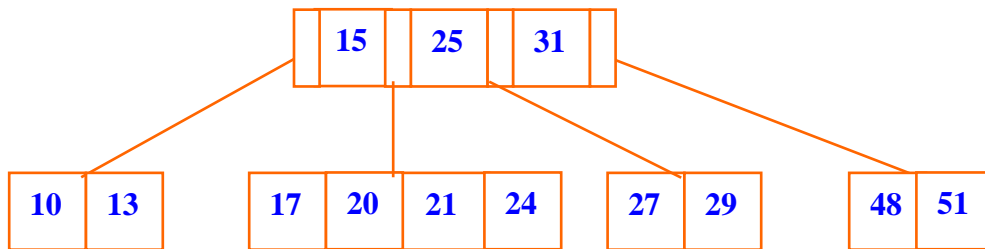
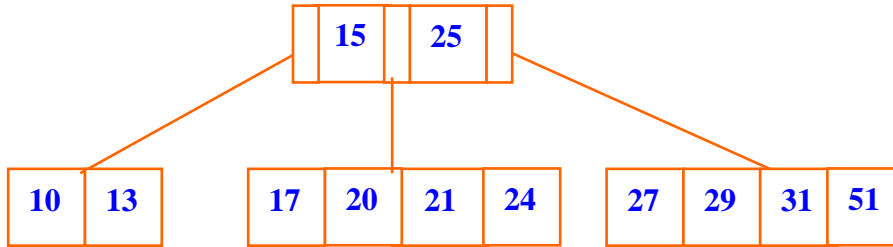
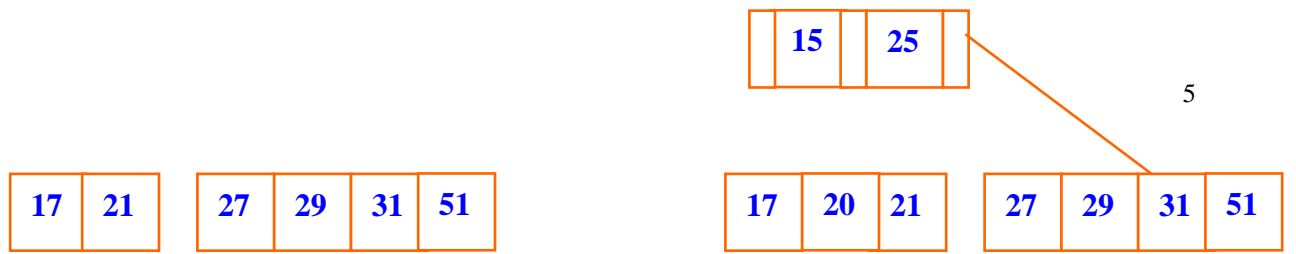


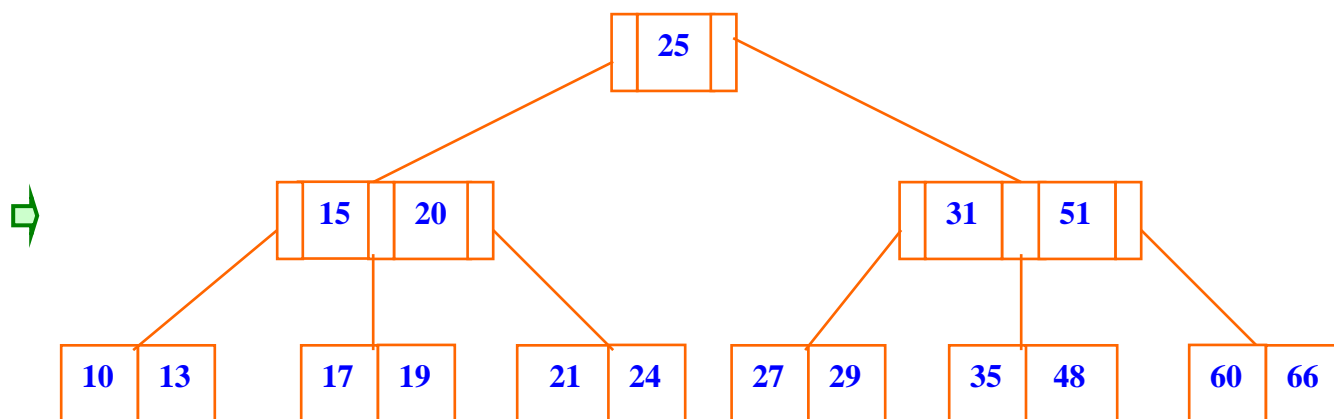
2. Ejemplo de Inserción Árboles B:

Insertar las siguientes claves en un árbol B de orden 2 que se encuentra vacío:

10 27 29 17 25 21 15 31 13 51 20 24 48 19 60 35 66





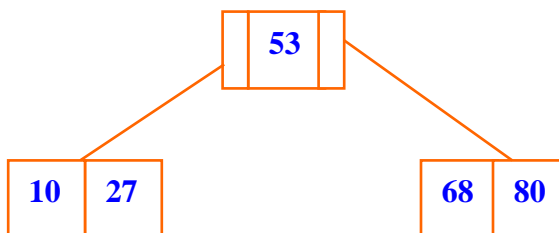


3. Ejercicios Inserción Arboles B:

3.1. Insertar las siguientes claves en un árbol B de orden 2 que se encuentra vacío:

06 11 05 04 08 09 12 21 14 10 19 28 03 17 32 15 16 26 27

3.2. Dado el árbol B de orden 2, insertar: 43 21 77 58 63 15 37 41 72 39 95 70



4. Operación de Eliminación en los Arboles B

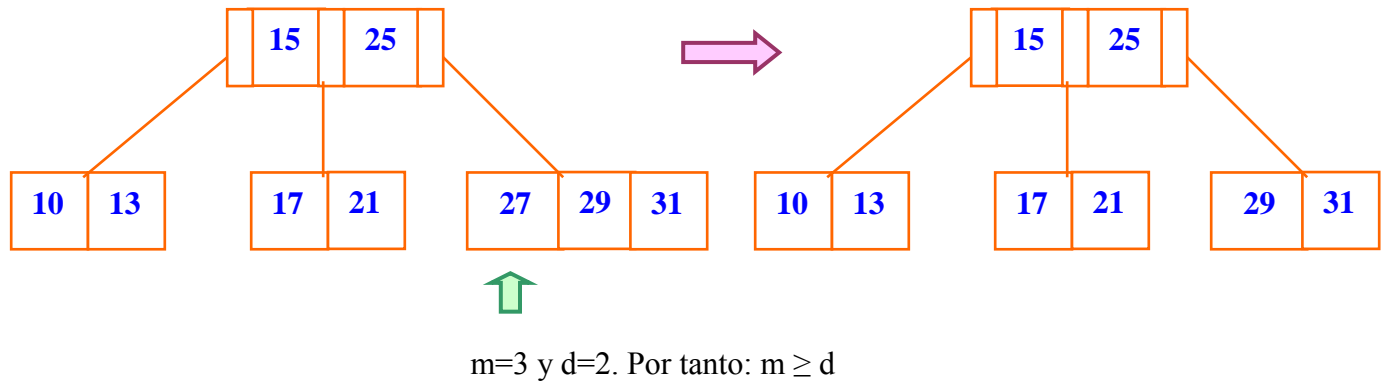
Consiste en eliminar una clave del árbol B sin violar los principios que lo definen.

Casos:

a) Si la clave a borrar se encuentra en una página hoja entonces simplemente se suprime.

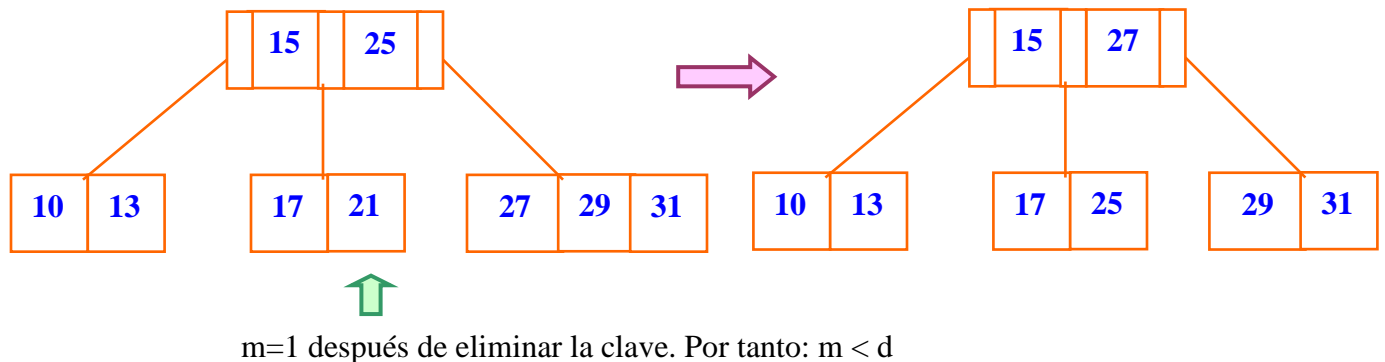
a.1) Si $m \geq d$ entonces termina la operación de borrado.

Ejemplo: Eliminación de la clave 27 en el árbol B:

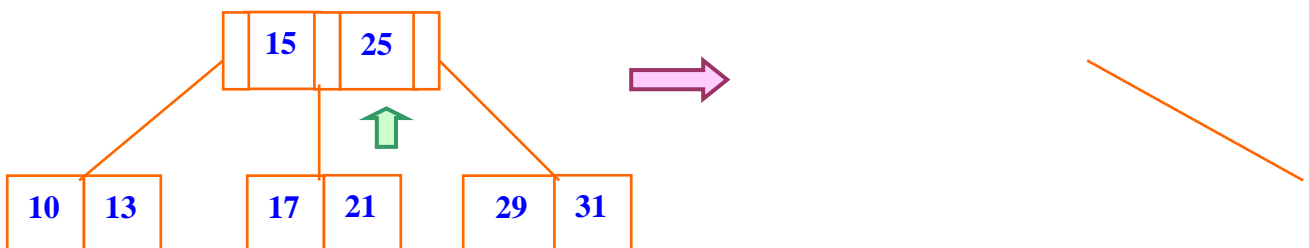


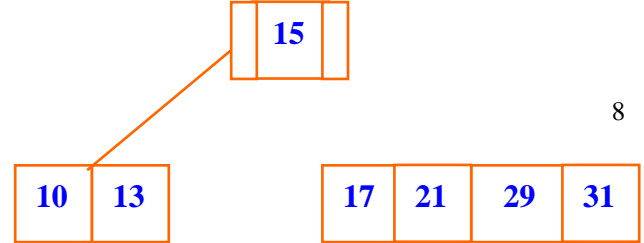
a.2) Sino debe bajarse a la posición de la clave borrada, la clave antecesora adyacente y sustituirla por la que se encuentra más a la derecha en el SAI o por la que se encuentre más a la izquierda en el SAD (lograr que m siga siendo $\geq d$). De otra forma, se pueden fusionar páginas descendientes directas de dicha clave.

Ejemplo: Eliminación de la clave 21 en el árbol B:

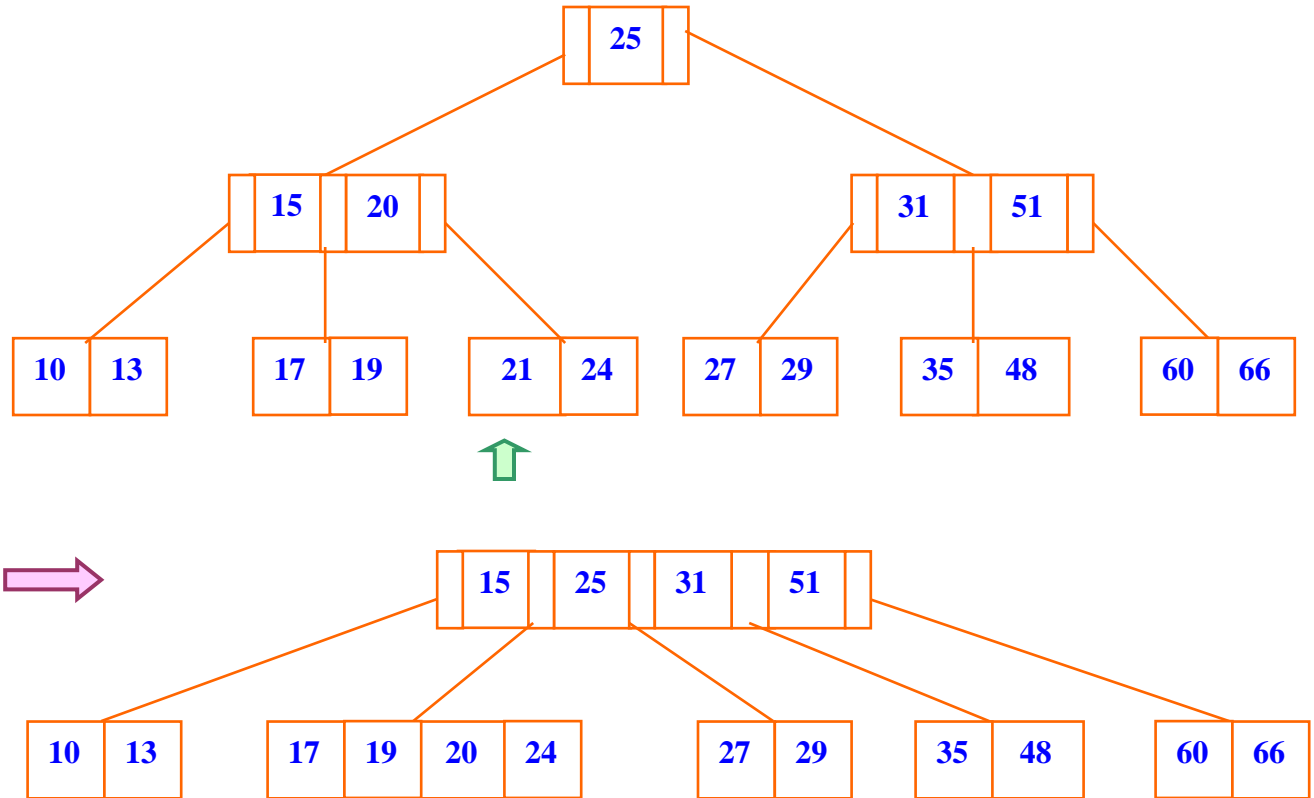


Ejemplo: Eliminación de la clave 25 en el árbol B:

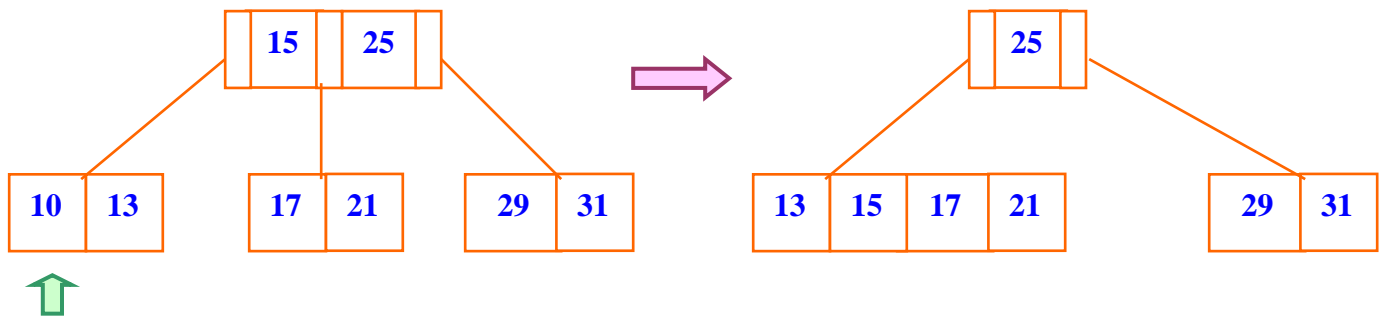




Ejemplo: Eliminación de la clave 21 en el árbol B:



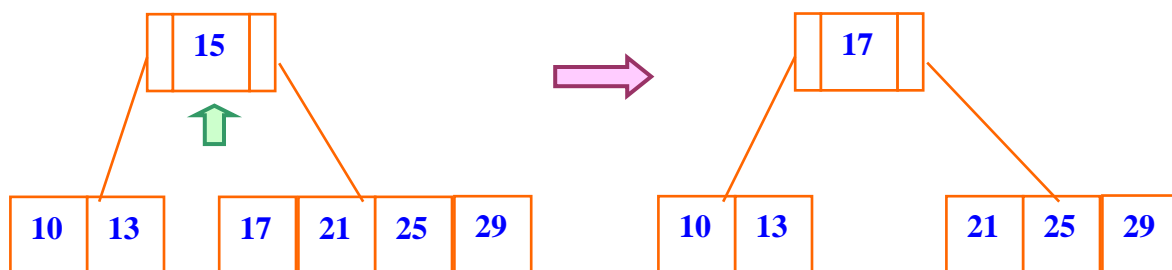
Ejemplo: Eliminación de la clave 10 en el árbol B:



- b) Si la clave a borrar no se encuentra en una página hoja entonces debe sustituirse por la clave que se encuentra más a la izquierda en el SAD o por la clave que se encuentra más a la derecha en el SAI.

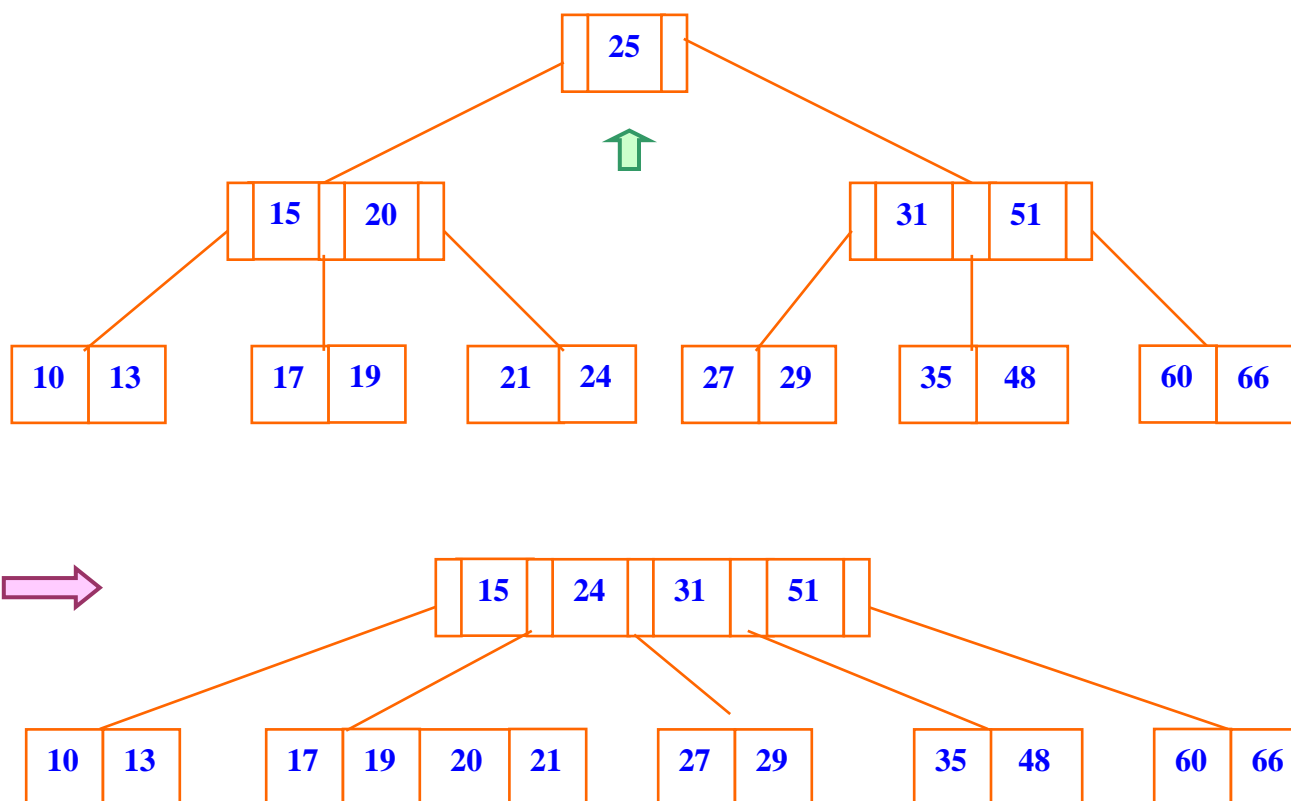
b.1) Si $m \geq d$ entonces termina la operación de borrado.

Ejemplo: Eliminación de la clave 15 en el árbol B:



b.2) Sino debe bajarse la clave antecesora adyacente y fusionar las páginas que son descendientes directas de dicha clave. Cabe aclarar que el proceso de fusión (para conservar $m \geq d$) de páginas puede propagarse hasta la raíz, en cuyo caso la altura del árbol se disminuye en una unidad.

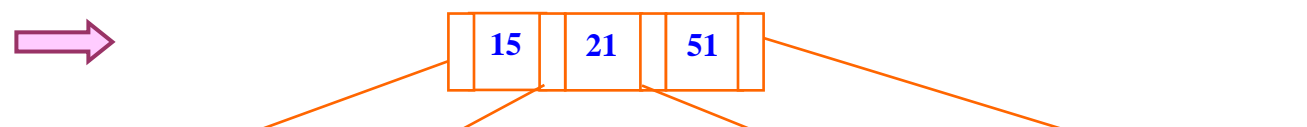
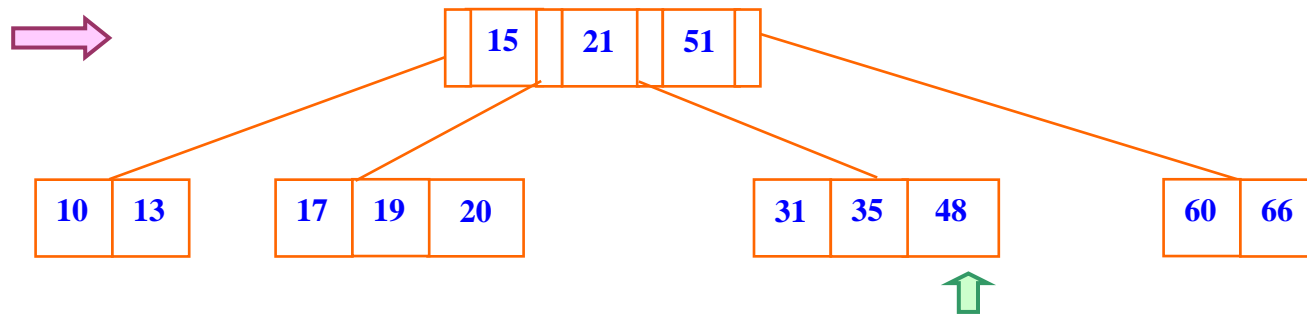
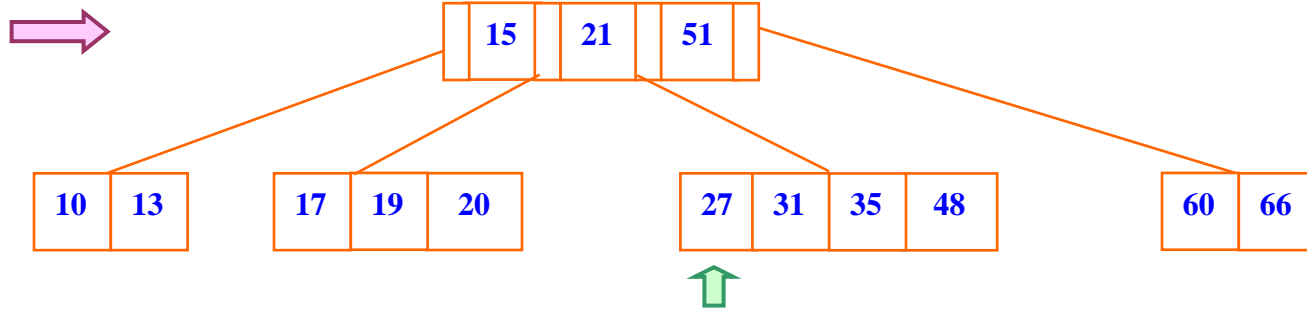
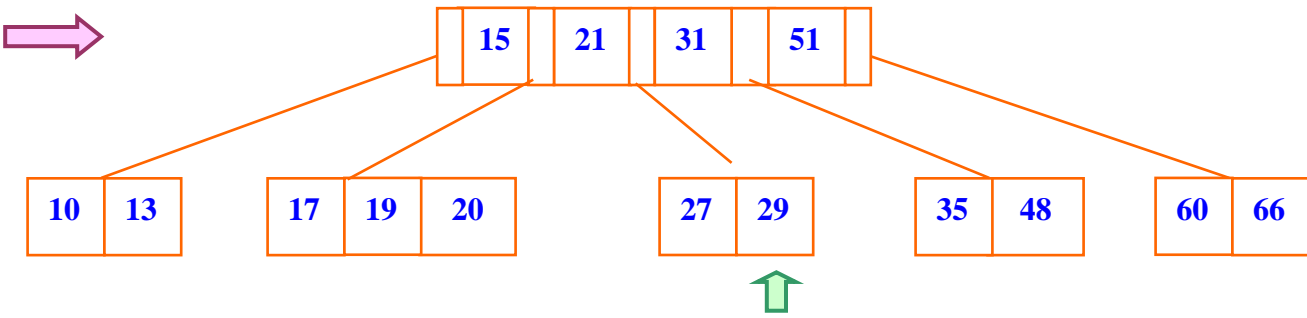
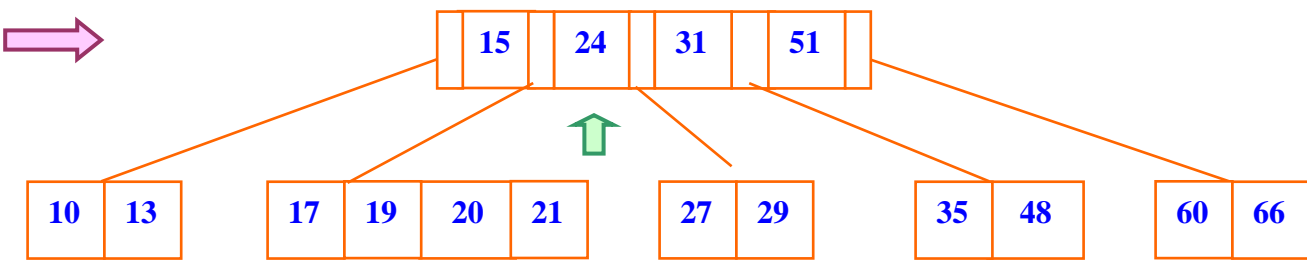
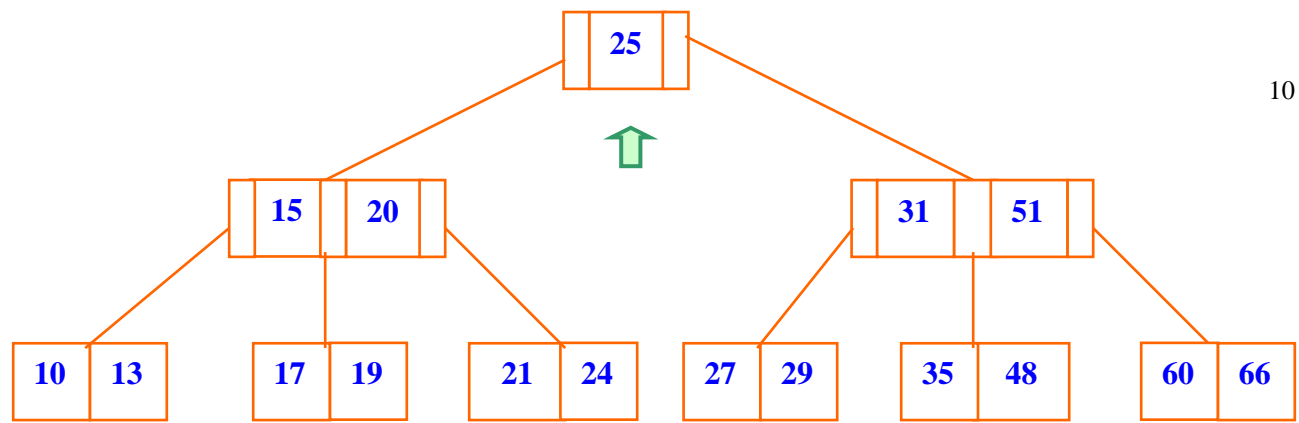
Ejemplo: Eliminación de la clave 25 en el árbol B:

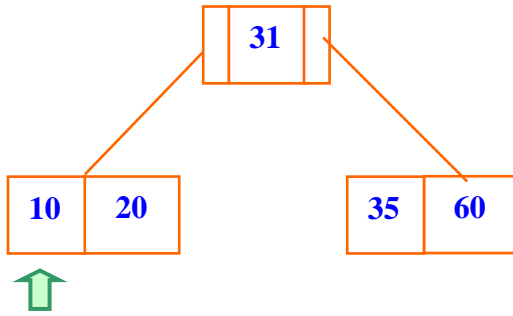
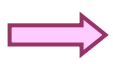


5. Ejemplo de Eliminación Arboles B:

Eliminar las siguientes claves del árbol B de orden 2 dado:

25 24 29 27 48 19 51 21 13 15 17 66 10





20	31	35	60
----	----	----	----

6. Ejercicio Eliminación Arboles B:

Eliminar del árbol B de orden 2 generado en el ejercicio 3.1, las siguientes claves:

11 08 21 17 32 15 16 26 27