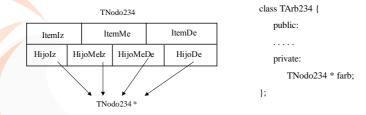
Tema 3. El tipo árbol

### 3.4. Árboles 2-3-4

#### **DEFINICIONES**

- Un árbol 2-3-4 es un árbol que está vacío o satisface las siguientes propiedades:
  - Los nodos pueden tener 2, 3 ó 4 hijos (2-nodo, 3-nodo ó 4-nodo)
  - Cumple las propiedades de árbol multicamino de búsqueda
  - Todas las hojas están en el mismo nivel
- Representación



Tema 3. El tipo árbol

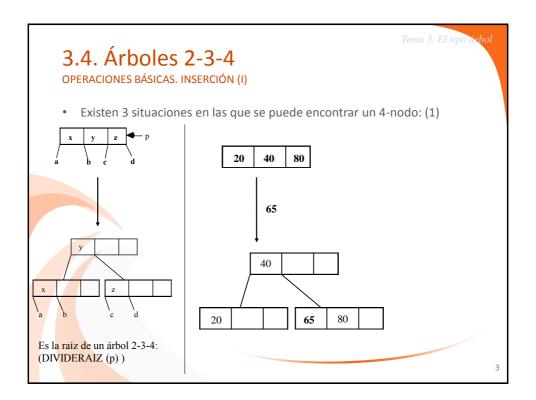
## 3.4. Árboles 2-3-4

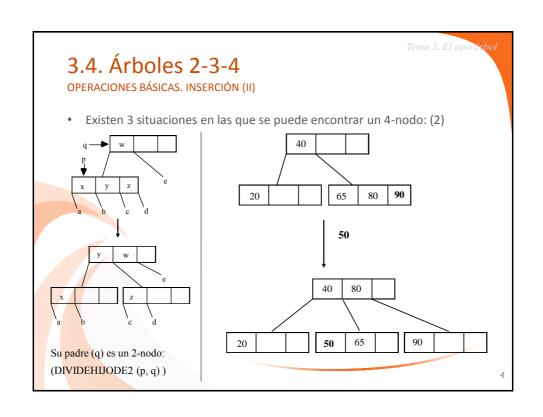
### **OPERACIONES BÁSICAS. PROPIEDADES**

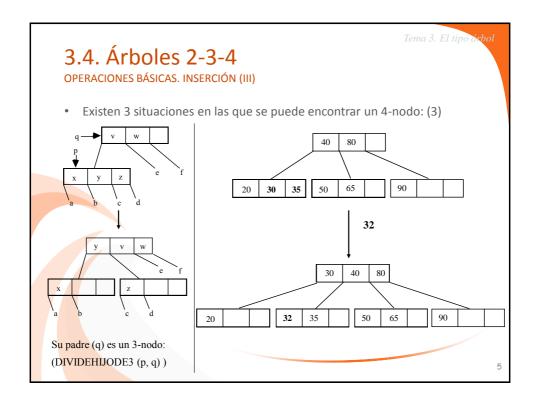
- Operaciones básicas:
  - Búsqueda (similar a los árboles multicamino de búsqueda)
  - Inserción (se realiza en las hojas. Se pueden producir reestructuraciones del árbol)
  - Borrado (se realiza en las hojas. Se pueden producir reestructuraciones del árbol)
- Propiedades:
  - En un árbol 2-3-4 de altura h tenemos:
    - 2h 1 elementos si todos los nodos son del tipo 2-nodo
    - 4<sup>h</sup> 1 elementos si todos los nodos son del tipo 4-nodo

por lo que la altura de un árbol 2-3-4 con n elementos se encuentra entre los límites:  $\log_4 (n+1)$  y  $\log_2 (n+1)$ 

- Las reestructuraciones se realizan desde la raíz hacia las hojas









```
Tema 3. El tipo á
3.4. Árboles 2-3-4
OPERACIONES BÁSICAS. INSERCIÓN (V)
ALGORITMO insertar (A: TArb234, y: item)
VAR p, q: TNodo234*; noencontrado: Boolean; B: TArb234; FVAR
        p = A.farb; q = p;
si EsVacío( A ) entonces A = ENRAIZAR(A, y, B)
        sino
si p es 4-nodo entonces DIVIDERAIZ( A ) fsi
              noencontrado = VERDADERO;
mientras noencontrado hacer
                si p es 4-nodo entonces
si q es 2-nodo entonces DIVIDEHIJODE2( p, q );
                  sino DIVIDEHIJODE3( p, q ); fsi
                  p = q;
                 caso de COMPARAR( y, p ):
                  0:// Clave de y coincide con clave en p
ERROR, ETIQUETA EXISTENTE;
                  1:// p apunta a un nodo hoja
                      PONER( y, p ); noencontrado = FALSO;
                  2:// clave( y ) < ItemIz.clave( p )
q = p; p = p → HiIz;
                  q = p; p = p \rightarrow \text{Hil}(z)

3:// ttemLs.clave(p)<clave(y)<ttemMe.clave(p)

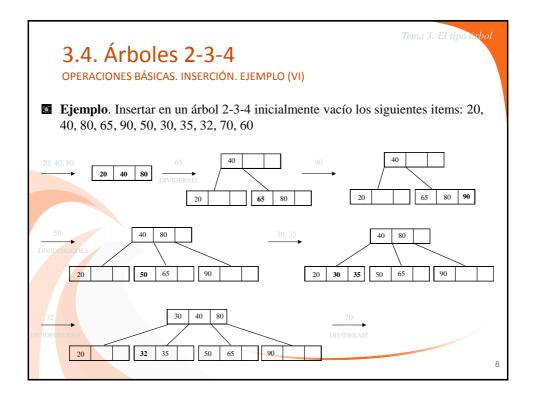
q = p; p = p \rightarrow \text{HiMel}(z);

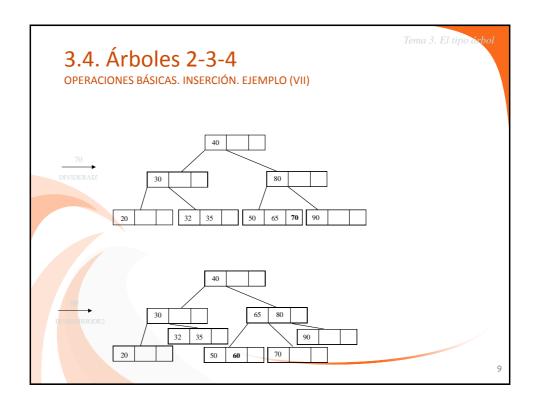
4://ttemMe.clave(p)<clave(y)<ttemDe.clave(p)

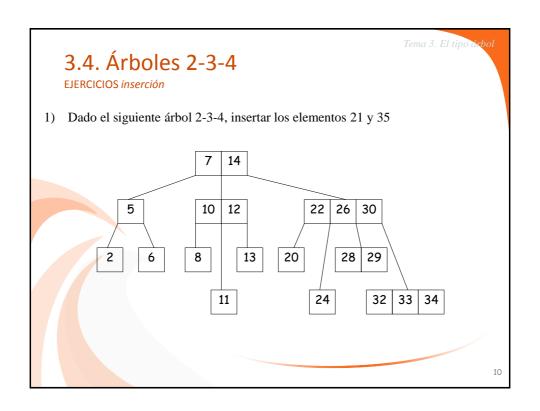
q = p; p = p \rightarrow \text{HiMeDe}(z);

5:// clave(y) > ttemDe.clave(p)

q = p; p = p \rightarrow \text{HiDe}(z)
                fcaso
             fmientras
FALGORITMO
```







Tema 3. El tipo árbol

### 3.4. Árboles 2-3-4

OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (I)

- Se reduce al borrado de un elemento en una hoja
- En el movimiento de búsqueda, cuando pasemos a un nodo en el siguiente nivel, éste nodo debe ser 3-nodo ó 4-nodo; si no es así (es 2nodo) hay que reestructurar
  - p = nodo donde estamos
  - **q =** siguiente nodo en la búsqueda
  - r = uno de los nodos adyacentes a q (si hay dos adyacentes, escogemos r según criterio –hermano de la izquierda o hermano de la derecha–)

11

Tema 3. El tipo árbol

# 3.4. Árboles 2-3-4

OPERACIONES BÁSICAS. BORRADO (II)

- Algoritmo de Borrado de 1 elemento
  - Comenzar p = raíz
  - Escoger q = siguiente en el camino de búsqueda
  - Reestructuraciones si procede

//**q** es 2-nodo

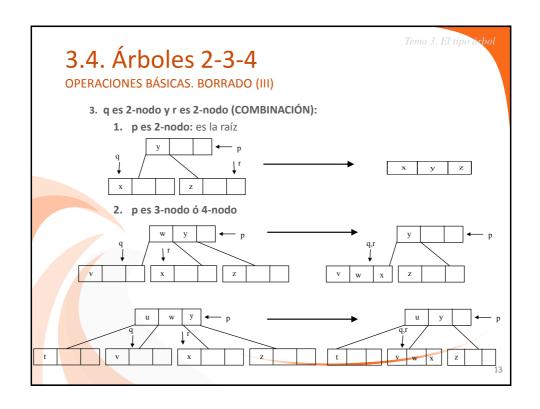
- Mientras q no sea un nodo hoja ó q sea 2-nodo
  - p = q
  - q = siguiente en el camino de búsqueda
- Reestructuraciones si procede

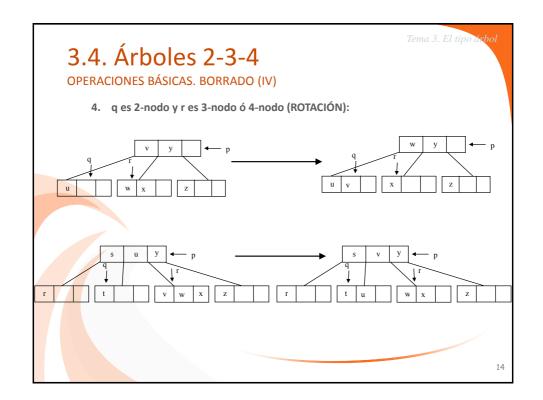
//q es 2-nodo

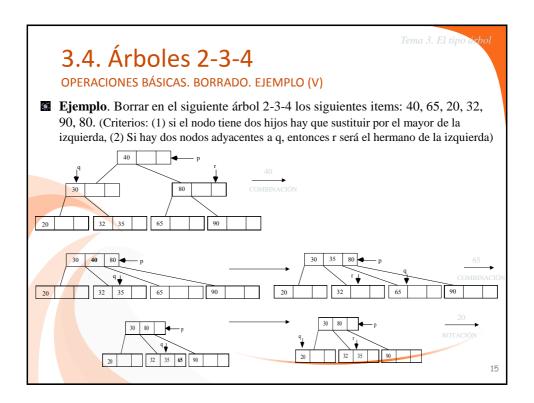
Borrar el elemento

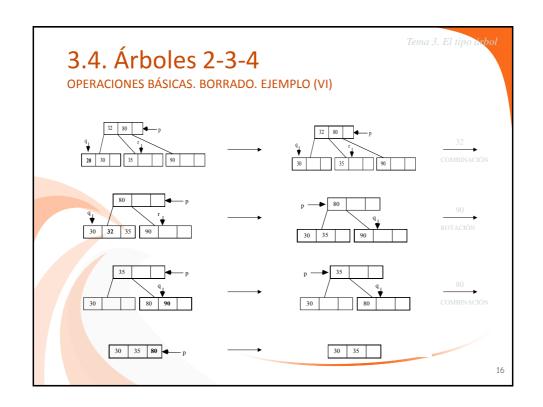
//q está en un nodo hoja y q no es 2-nodo

- Casos:
  - 1. pes una hoja: p sólo puede ser 2-nodo si es la raíz
  - 2. q es 3-nodo ó 4-nodo: la búsqueda continúa en q sin reestructurar







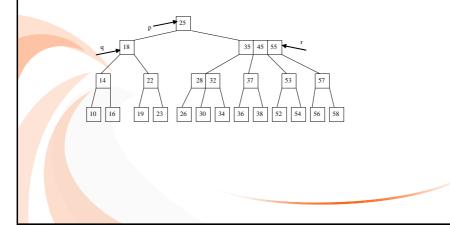


Tema 3. El tipo árbol

# 3.4. Árboles 2-3-4

#### **EJERCICIOS** borrado

1) Borrar en el siguiente árbol 2-3-4: 25,18,55 y 35. (Criterios: (1) si el nodo tiene dos hijos hay que sustituir por el mayor de la izquierda, (2) Si hay dos nodos adyacentes a q, entonces r será el hermano de la izquierda)



Tema 3. El tipo árbol

# 3.4. Árboles 2-3-4

Preguntas de tipo test: Verdadero vs. Falso

- El árbol 2-3-4 no vacío tiene como mínimo una clave en cada nodo
- La complejidad temporal en el peor caso de la operación inserción en un árbol 2-3-4 es log<sub>2</sub>(n+1)
- Un árbol 2-3-4 es un árbol binario completo

## Árboles de búsqueda

**Aplicaciones** 

- Acceso a grandes ficheros de datos. Organización interna de una BD.
  - Restricción: Los índices residen en disco.
  - Problema: Accesos a disco muy costoso.
  - Solución: Organizar árboles con múltiples claves "n" por nodo
    - Recuperar un nodo de este árbol (un acceso al fichero índice) selecciona una entre "n" alternativas, frente a una entre dos (Árbol Binario).
    - El índice puede diseñarse para que el tamaño de cada nodo coincida con el de un bloque de disco.