Grafos

- Representaciones
- Las interfaces **Grafo, Vertice y Arista**
- Implementaciones de la interface **Grafo**
  - Con lista de adyacencia
  - Con matriz de adyacencia
- Recorrido de grafo: DFS (Depth First Search)
    - Implementación en JAVA del dfs
    - Ejemplo 1: recuperar todos los caminos de un costo dado.

Grafos
Representaciones

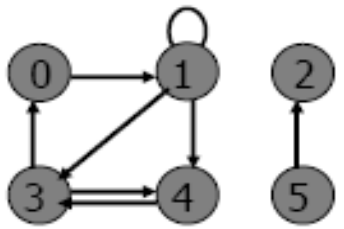
(1) Matriz de adyacencia

Un grafo G=(V,A) se representa como una matriz de booleanos de |V| x |V| donde:

G[u,v]
- **true** si (u, v) Є A
- **false** en cualquier otro caso

	0	1	2	3	4	5
0	false	true	false	false	false	false
1	false	true	false	true	true	false
2	false	false	false	false	false	false
3	true	false	false	false	**true**	false
4	false	false	false	true	false	false
5	false	false	true	false	false	false

G=(V,A)

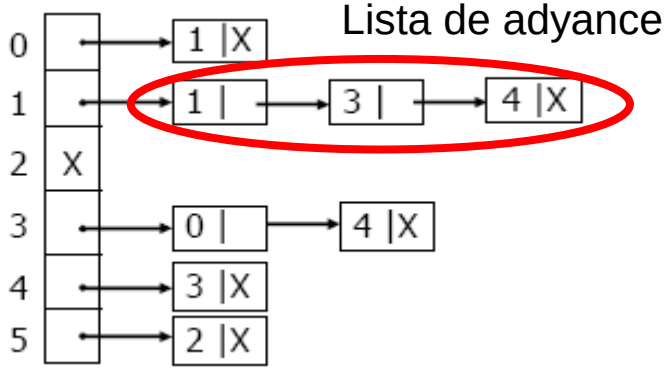


(2) Lista de adyacencia

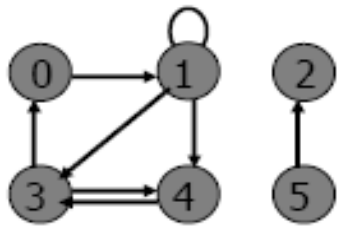
Un grafo G=(V,A) se representa como un arreglo/lista de tamaño |V| de vértices.

Posición i → puntero a una lista enlazada de elementos, **lista de adyacencia**.

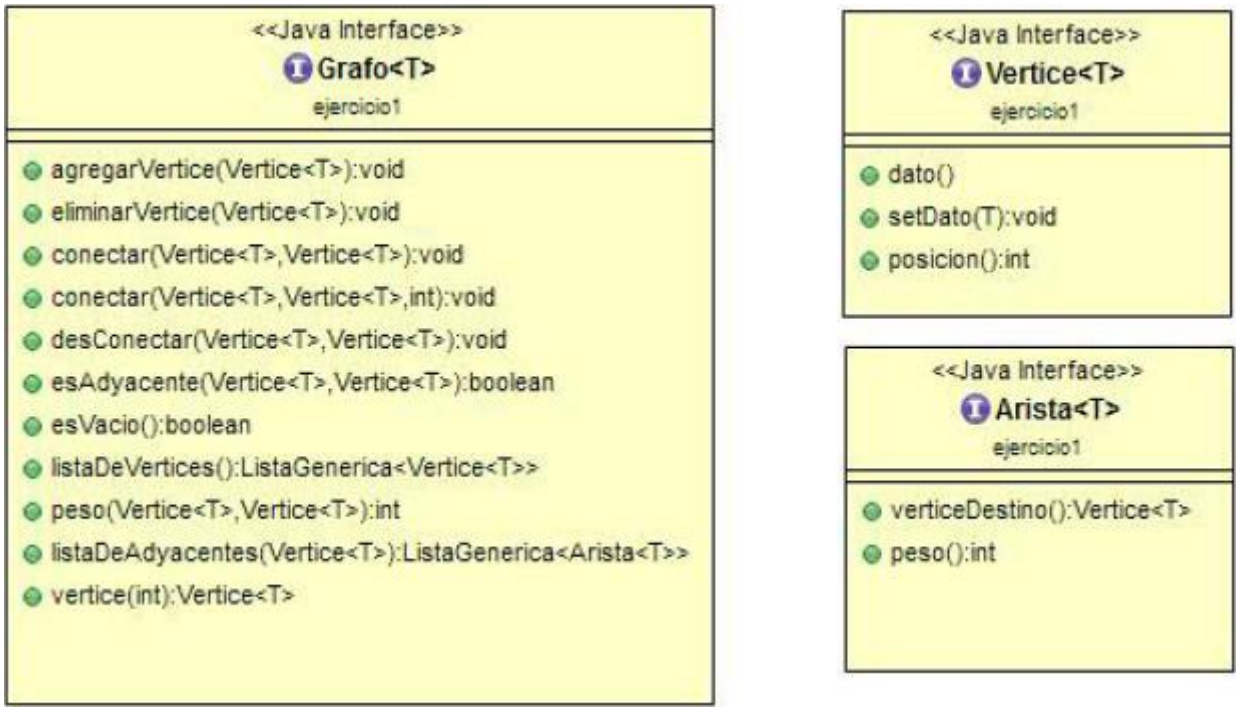
Los elementos de la lista son los vértices adyacentes a **i**.



G=(V,A)



Grafos
La interfaces que definen Grafos

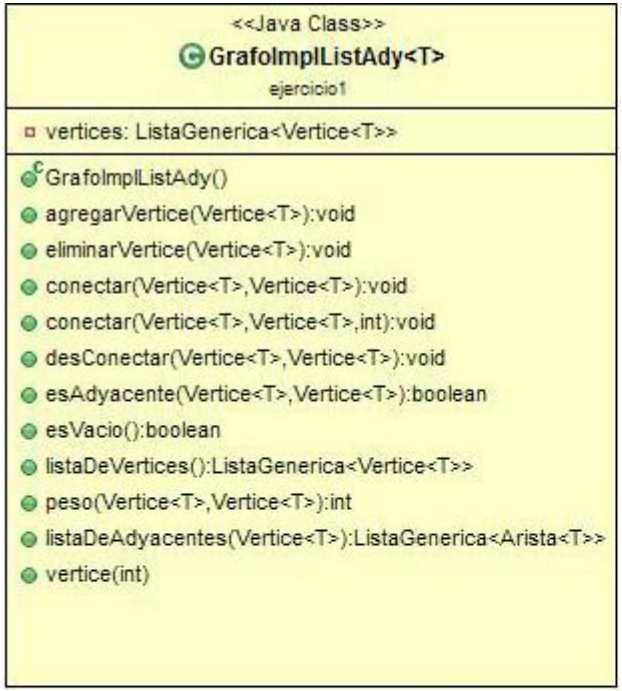


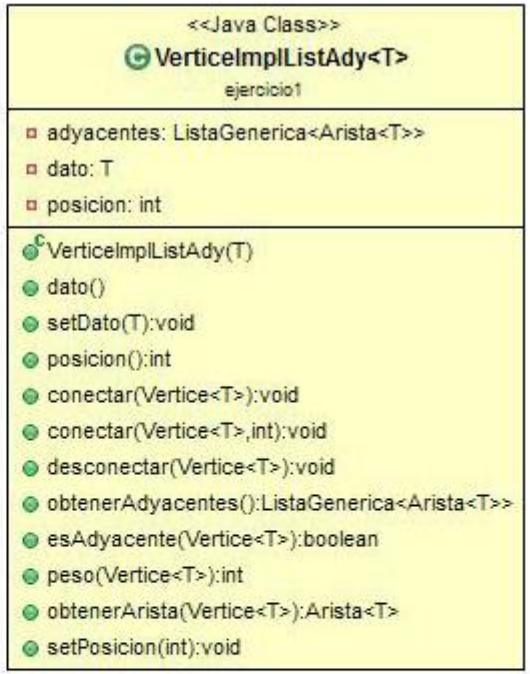
Definir Grafos en JAVA con interfaces nos independiza de las implementaciones.

Podríamos definir una implementación basada en matriz de adyacencia, otra en listas de adyacencia

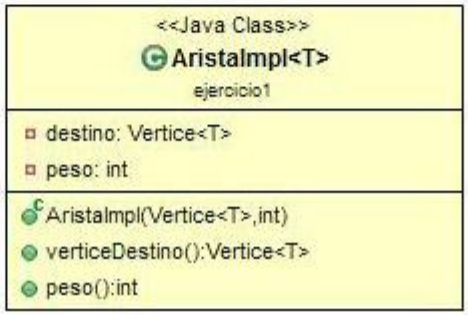
Grafos implementados con Listas de Adyacencia

Implementa la interface Grafo<T>





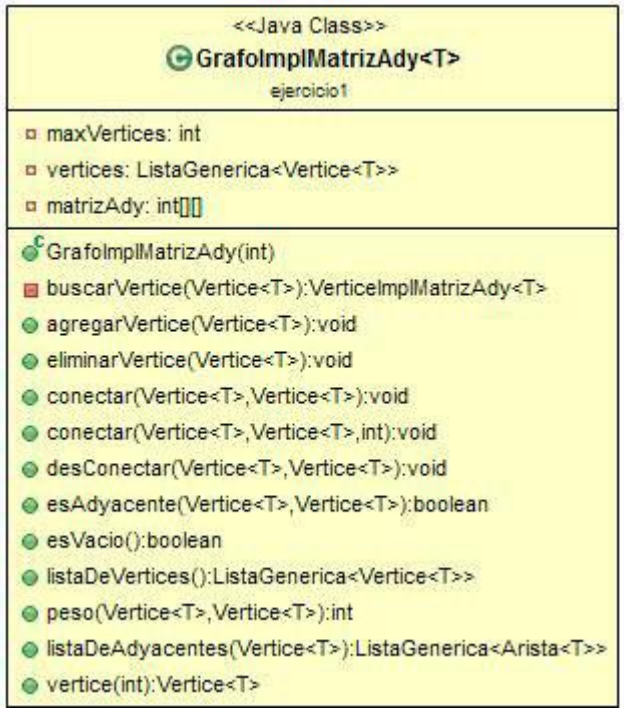
Implementa la interface Vertice<T>

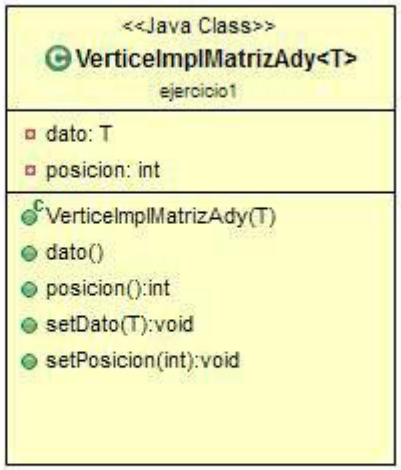


Implementa la interface Arista<T>

Grafos implementados matriz de adyacencia

Implementa la interface Grafo<T>





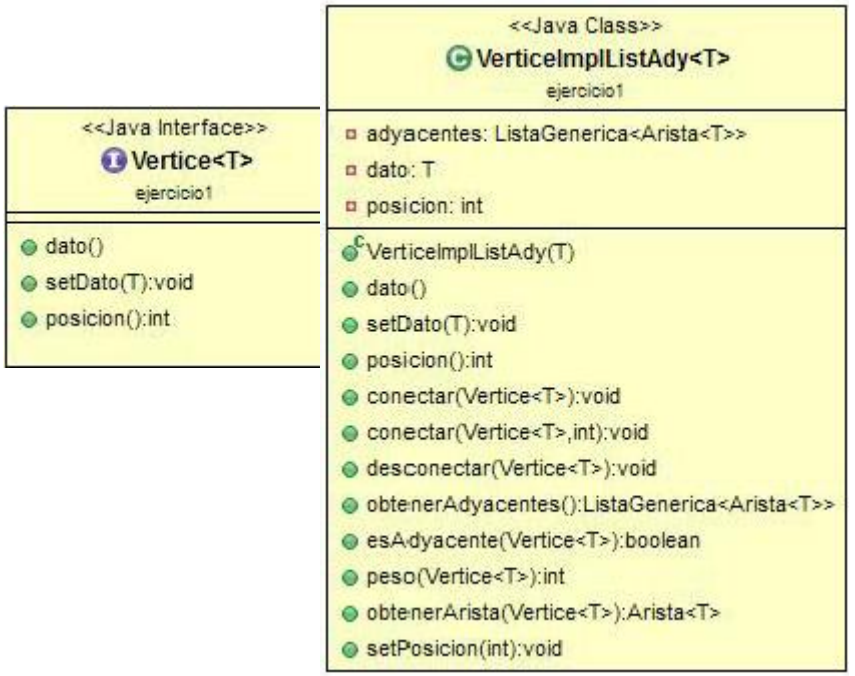
Implementa la interface Vertice<T>

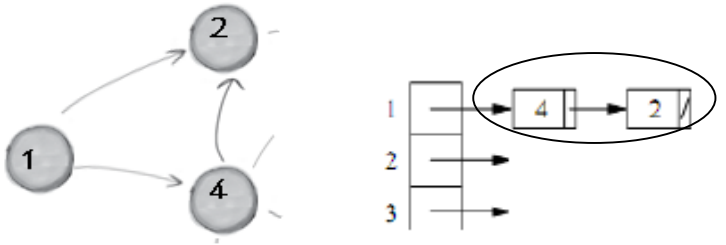
Grafos

Clase que implementa la interface `Vertice`

(con Listas de Adyacencia)

```
package ejercicio1;
public class VerticeImplListAdy<T> implements Vertice<T> {
 private T dato;
 private int posicion;
 private ListaGenerica<Arista<T>> adyacentes;

 public VerticeImplListAdy(T d) {
  dato = d;
  adyacentes = new ListaEnlazadaGenerica<Arista<T>>();
 }

 public int posicion() {
  return posicion;
 }

 public void conectar(Vertice<T> v) {
  conectar(v, 1);
 }

 public void conectar(Vertice<T> v, int peso) {
  Arista a = new AristaImpl(v, peso);
  if (!adyacentes.incluye(a))
       adyacentes.agregarFinal(a);
  }
 }
}
```





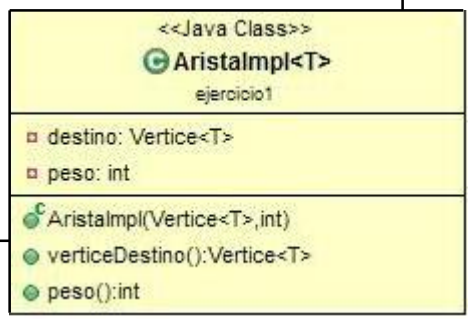
Vértice: tiene un dato y una lista de adyacentes. En realidad se tiene una lista de aristas, donde cada una tiene un vértice destino.

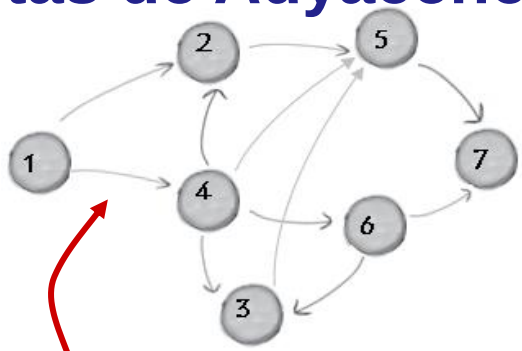
Grafos

La clase que implementa a la interface `Arista`

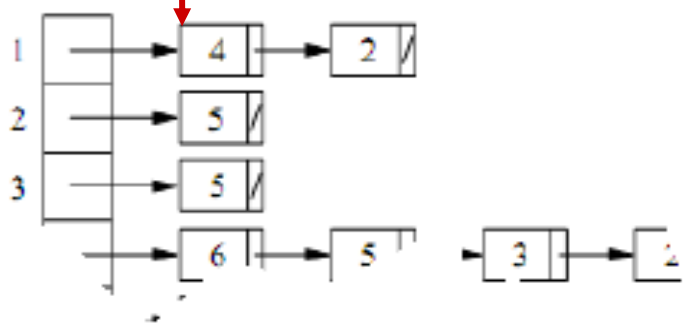
(con Listas de Adyacencia)

```
package ejercicio1;

public class AristaImpl<T> implements Arista<T> {
 private Vertice<T> destino;
 private int peso;

 public AristaImpl(Vertice<T> dest, int p){
   destino = dest;
   peso = p;
 }

 public Vertice<T> verticeDestino() {
   return destino;
 }

 public int peso() {
   return peso;
 }
}
```





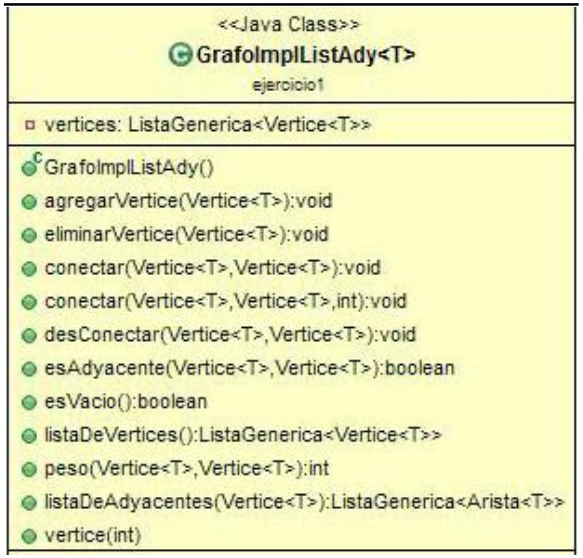
Arista: una arista siempre tiene el destino y podría tener un peso.

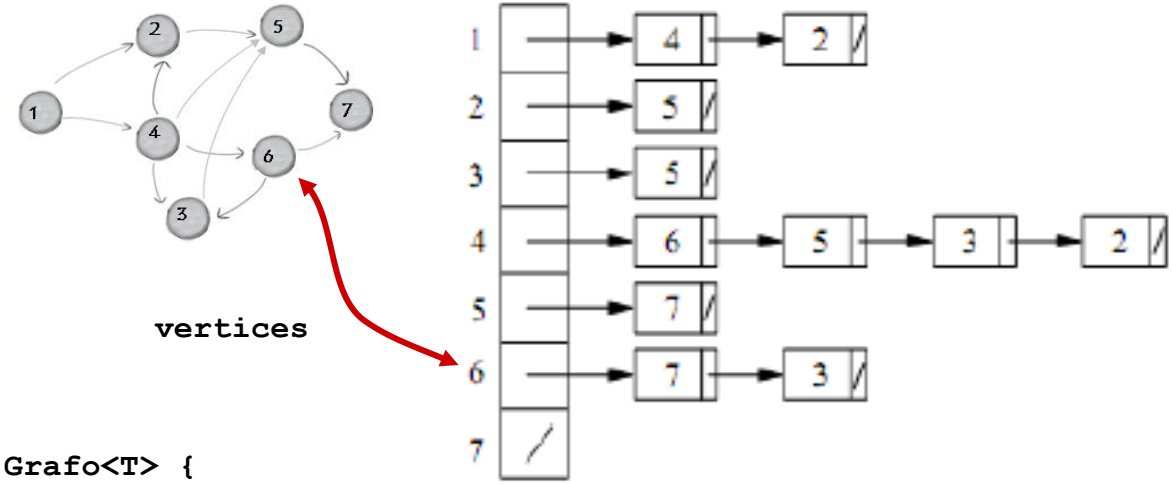


Podría llamarse **`AritaImplListaAdy`** porque que sólo se usa para Lista de Adyacencias

Grafos

La clase que implementa a la interface `Grafo` (con Listas de Adyacencia)






```
public class GrafoImplListAdy<T> implements Grafo<T> {
private ListaGenerica< VerticeImplListAdy<T> > vertices = new
                                        ListaEnlazadaGenerica<VerticeImplListAdy<T>>();
public void agregarVertice(Vertice<T> v) {
   if (!vertices.incluye(v)){
       v.setPosicion(vertices.tamanio());
       vertices.agregarFinal(v);
   }
 }
 public void conectar(Vertice<T> origen, Vertice<T> destino) {
   origen.conectar(destino);
 }
 public void conectar(Vertice<T> origen, Vertice<T> destino, int peso) {
   origen.conectar(destino,peso);
 }
}
```

Grafos
DFS (Depth First Search)

El DFS es un algoritmo de recorrido de grafos en profundidad. Generalización del recorrido preorden de un árbol.

Esquema recursivo

Dado G = (V , A)

1. Marcar todos los vértices como no visitados.
2. Elegir vértice u (no visitado) como punto de partida.
3. Marcar u como visitado.
4. Para todo v adyacente a u, (u,v) ∈ A, si v no ha sido visitado, repetir recursivamente (3) y (4) para v.

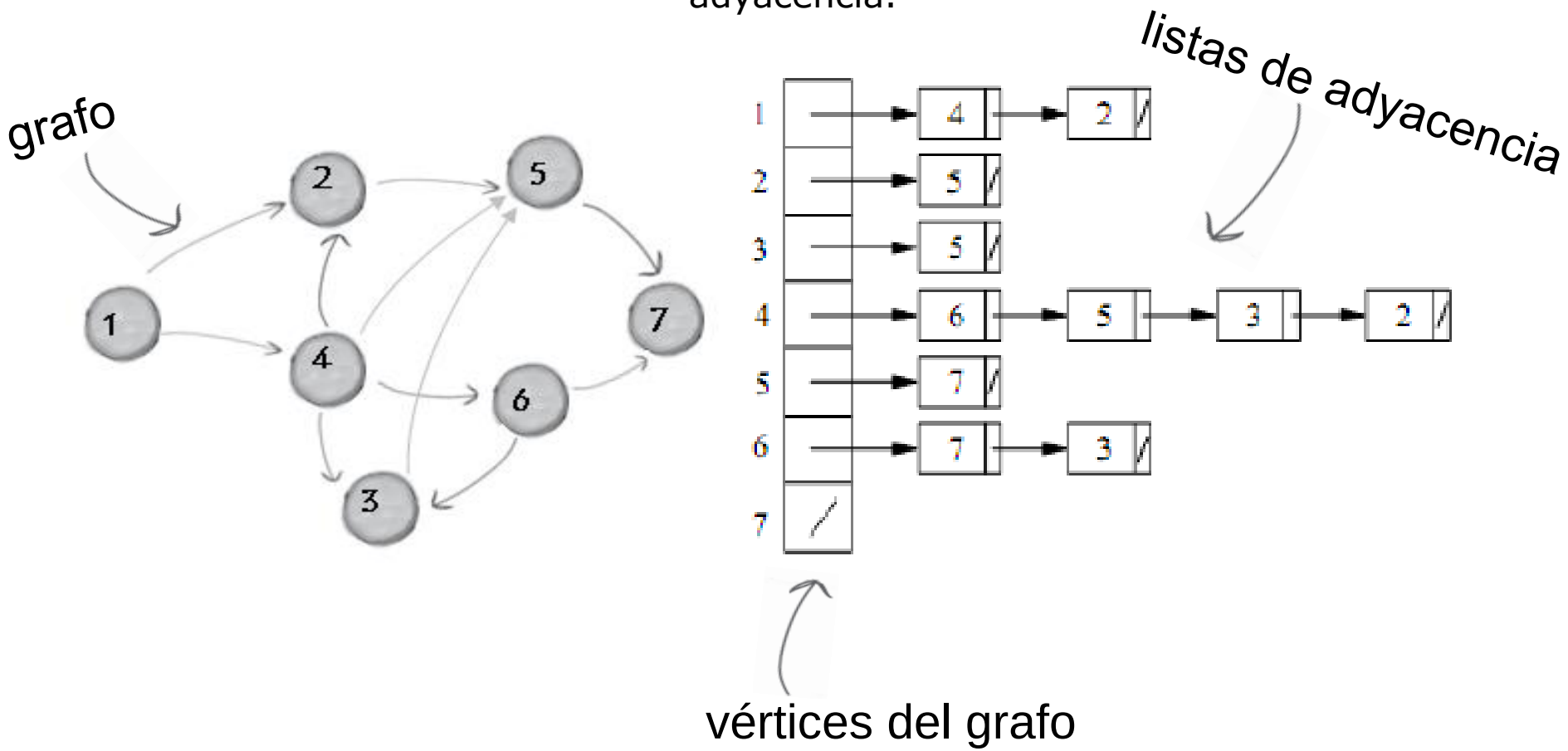
¿Cuándo finaliza el recorrido?

Finalizar cuando se hayan visitado todos los nodos alcanzables desde u.

Si desde **u** no fueran alcanzables todos los nodos del grafo: volver a (2), elegir un nuevo vértice de partida **u** no visitado, y repetir el proceso hasta que se hayan recorrido todos los vértices.

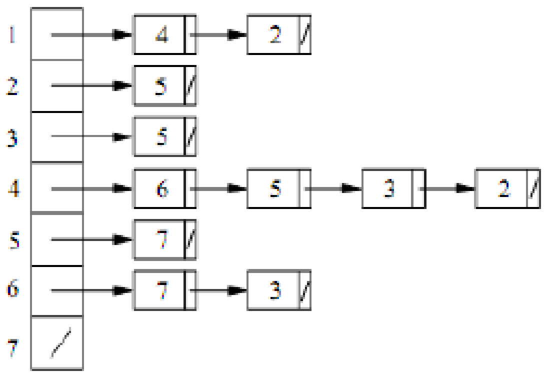
Grafos
DFS (Depth First Search)

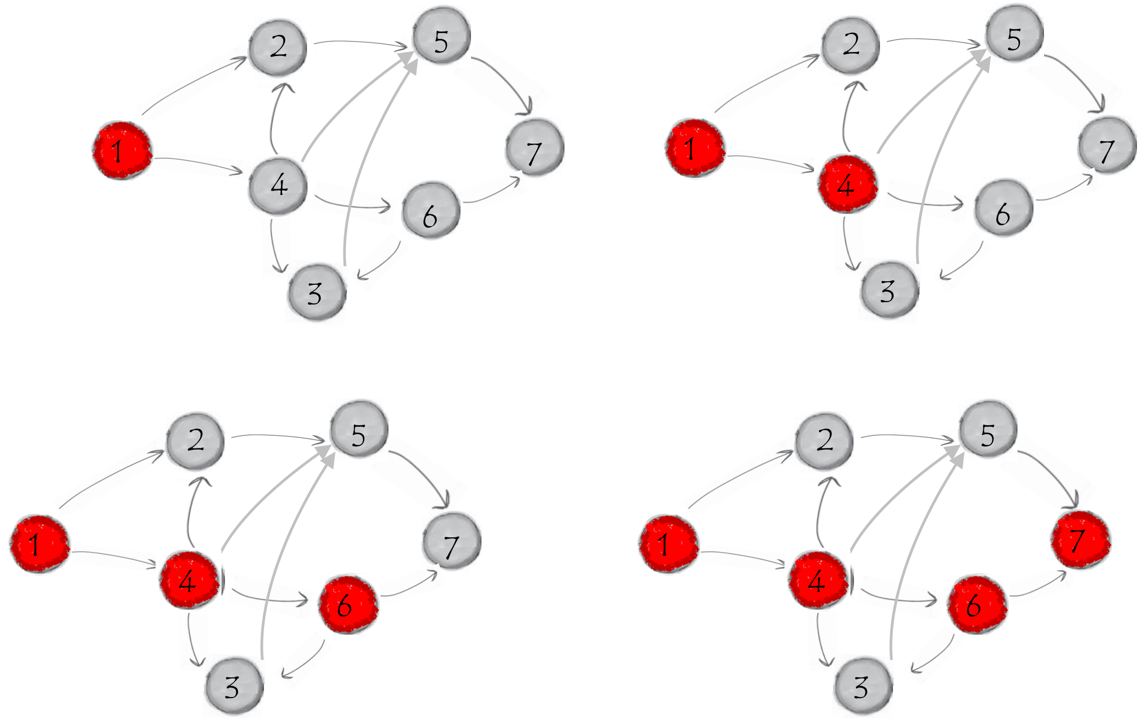
El recorrido del DFS depende del orden en que aparecen los vértices en las listas de adyacencia.

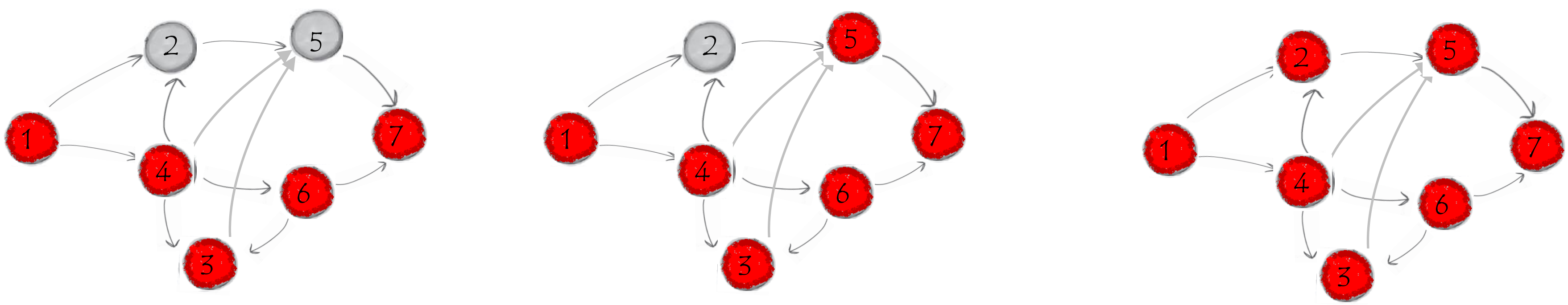


Grafos

DFS (Depth First Search)







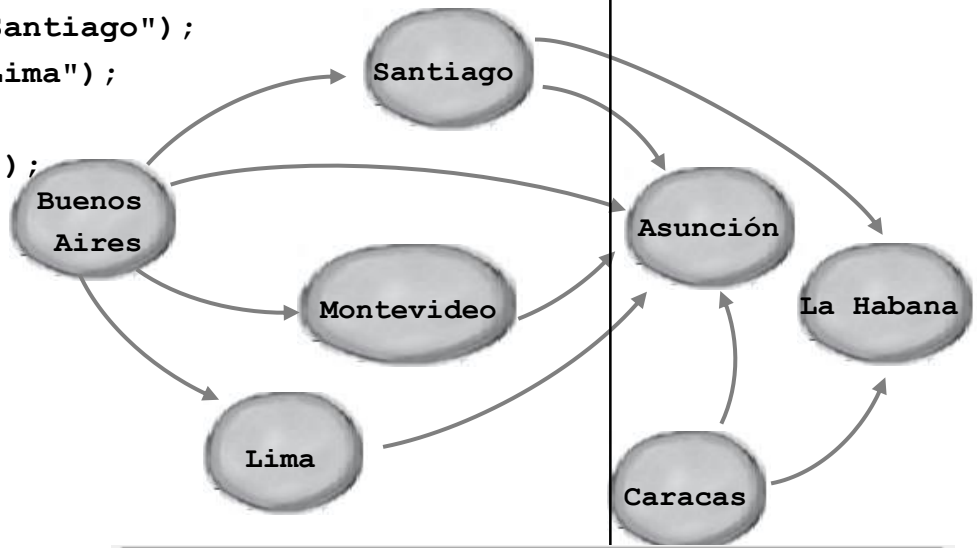
Grafos
DFS (Depth First Search)

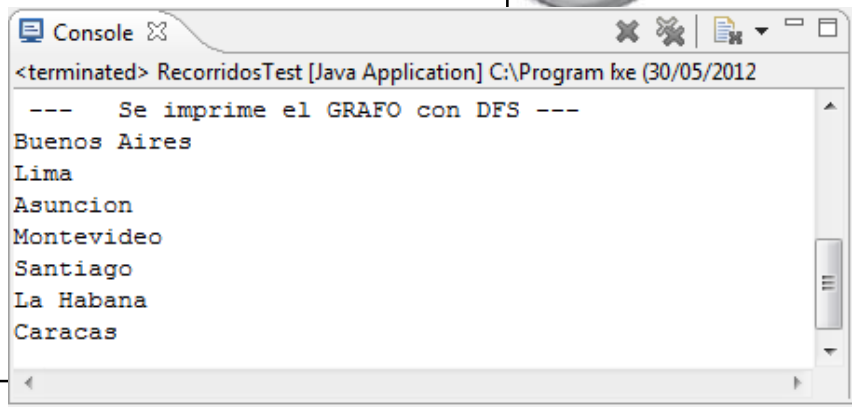
```
public class Recorridos<T> {

 public void dfs(Grafo<T> grafo){
   boolean[] marca = new boolean[grafo.listaDeVertices().tamanio()];
   for(int i=0; i<grafo.listaDeVertices().tamanio();i++){
      if (!marca[i]) // si no está marcado
        this.dfs(i, grafo, marca);
   }
 }

 private void dfs(int i,Grafo<T> grafo, boolean[] marca){
    marca[i] = true;
    Vertice<T> v = grafo.listaDeVertices().elemento(i);
    System.out.println(v);
    ListaGenerica<Arista<T>> ady = grafo.listaDeAdyacentes(v);
    ady.comenzar();
    while(!ady.fin()){
       int j = ady.proximo().getVerticeDestino().getPosicion();
       if(!marca[j]){
          this.dfs(j, grafo, marca);
       }
    }
 }
}
```

Grafos
DFS (Depth First Search)

Uso del DFS

```
public class RecorridosTest {

public static void main(String[] args) {
  Vertice<String> v1 = new VerticeImplListAdy<String>("Buenos Aires");
  Vertice<String> v2 = new VerticeImplListAdy<String>("Santiago");
  Vertice<String> v3 = new VerticeImplListAdy<String>("Lima");
  //TODO: completar los vértices
  Grafo<String> ciudades = new GrafoImplListAdy<String>();
  ciudades.agregarVertice(v1);
  ciudades.agregarVertice(v2);
  ciudades.agregarVertice(v3);
  //TODO: agregar los vértices al grafo
  ciudades.conectar(v1, v2);
  ciudades.conectar(v1, v3);
  ciudades.conectar(v1, v4);
  ciudades.conectar(v1, v5);
  ciudades.conectar(v3, v5);
  //TODO: completar las aristas
  Recorridos<String> r = new Recorridos<String>();
  System.out.println("--- Se imprime el GRAFO con DFS ---");
  r.dfs(ciudades);
 }
}
```





Grafos
DFS (Depth First Search)

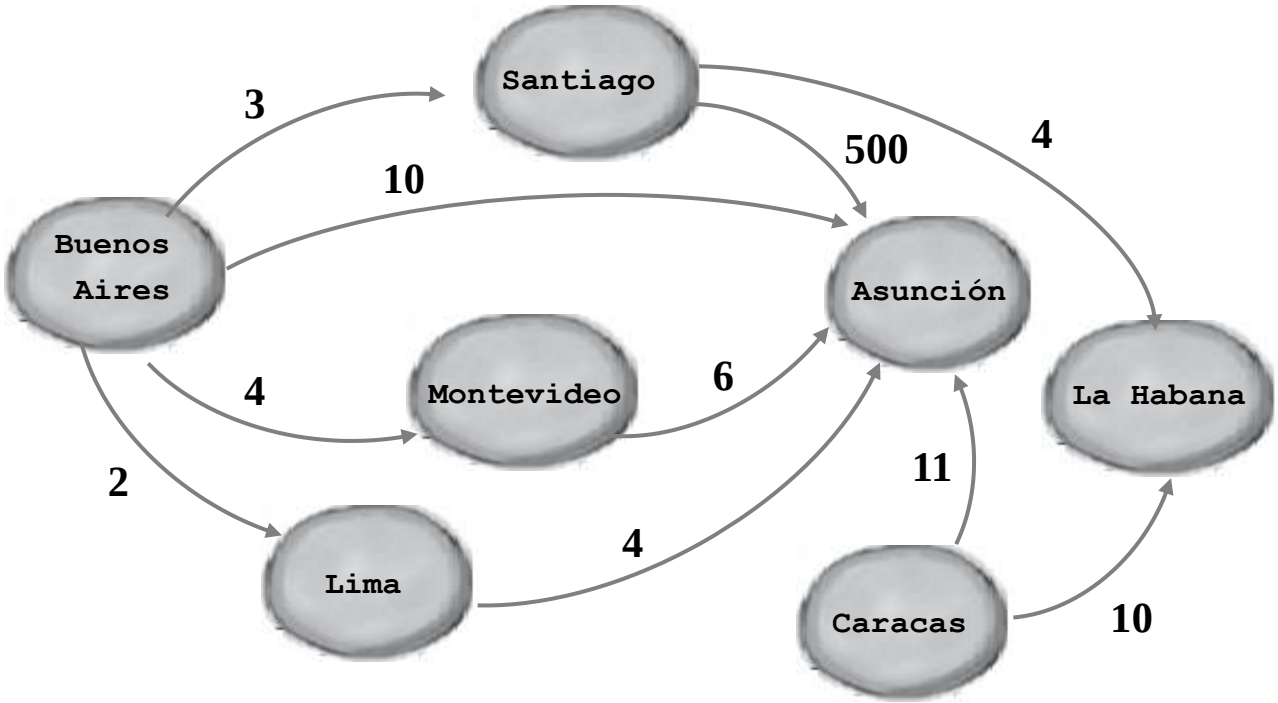
```
public class Recorridos<T> {
 public ListaEnlazadaGenerica<Vertice<T>> dfs(Grafo<T> grafo){
   boolean[] marca = new boolean[grafo.listaDeVertices().tamanio()];
   ListaEnlazadaGenerica<Vertice<T>> lis = new ListaEnlazadaGenerica<Vertice<T>>();
   for(int i=0; i<grafo.listaDeVertices().tamanio();i++){
      if (!marca[i])
        this.dfs(i, grafo, lis, marca);
   }
   return lis;
 }
private void dfs(int i,Grafo<T> grafo,ListaEnlazadaGenerica<Vertice<T>> lis,boolean[] marca){
    marca[i] = true;
    Vertice<T> v = grafo.listaDeVertices().elemento(i);
    lis.agregar(v, lis.tamanio());
    ListaGenerica<Arista<T>> ady = grafo.listaDeAdyacentes(v);
    ady.comenzar();
    while(!ady.fin()){
       int j = ady.proximo().getVerticeDestino().getPosicion();
       if (!marca[j]){
         this.dfs(j, grafo, lis, marca);
       }
    }
 }
}
```

DFS que guarda vértices visitados en una lista

Ejemplo 1: recuperar todos los caminos de un costo dado

Dado un Grafo orientado y valorado positivamente, como por ejemplo el que muestra la figura, implemente un método que retorne una lista con todos los caminos cuyo costo total sea igual a 10. Se considera ***costo total del camino*** a la suma de los costos de las aristas que forman parte del camino, desde un vértice origen a un vértice destino.

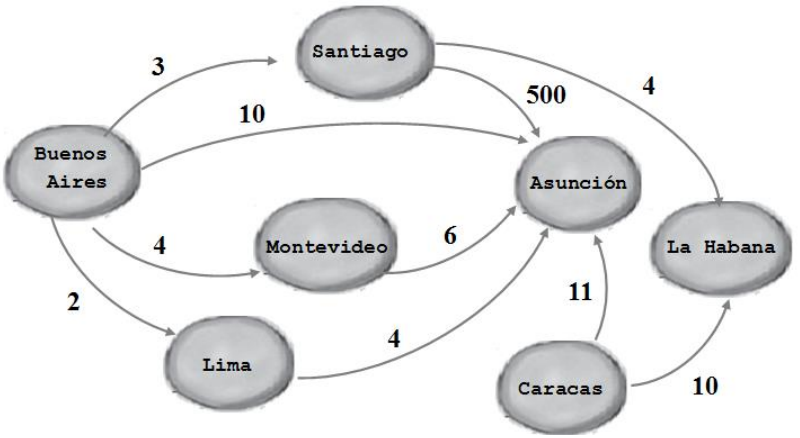
Se recomienda implementar un método público que invoque a un método recursivo privado.

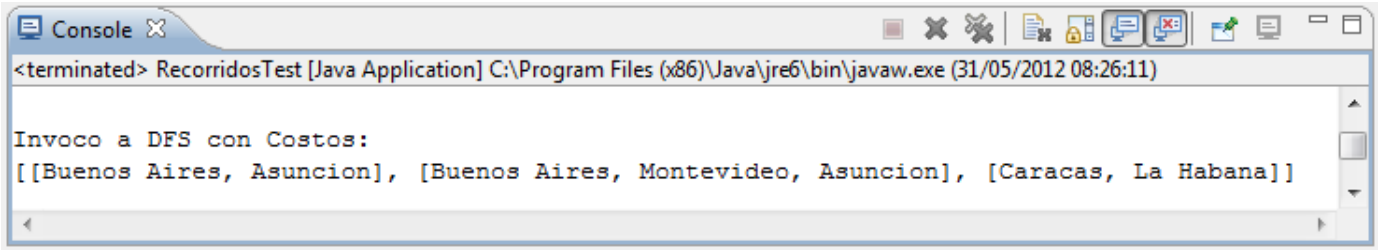


Ejemplo 1

```
public class Recorridos {
  public ListaGenerica<ListaGenerica<Vertice<T>>> dfsConCosto(Grafo<T> grafo){
   boolean[] marca = new boolean[grafo.listaDeVertices().tamanio()];
   ListaGenerica<Vertice<T>> lis = null;
   ListaGenerica<ListaGenerica<Vertice<T>>> recorridos =
                              new ListaGenericaEnlazada<ListaGenericaEnlazada<Vertice<T>>>();
   int costo = 0;
   for(int i=0; i<grafo.listaDeVertices().tamanio();i++){
         lis = new ListaGenericaEnlazada<Vertice<T>>();
         lis.add(grafo.listaDeVertices().elemento(i));
         marca[i]=true;
         this.dfsConCosto(i, grafo, lis, marca, costo, recorridos);
         marca[i]=false;
   }
   return recorridos;
 }

 private void dfsConCosto(int i, Grafo<T> grafo, ListaGenerica<Vertice<T>> lis,
          boolean[] marca, int costo, ListaGenerica<ListaGenerica<Vertice<T>>> recorridos) {
  //siguiente diapo
 }
}
```

```
public class Recorridos {
 private void dfsConCosto(int i, Grafo<T> grafo, ListaGenerica<Vertice<T>> lis,
        boolean[] marca, int costo, ListaGenerica<ListaGenerica<Vertice<T>>> recorridos) {
  Vertice<T> vDestino = null; int p=0,j=0;
  Vertice<T> v = grafo.listaDeVertices().elemento(i);
  ListaGenerica<Arista<T>> ady = grafo.listaDeAdyacentes(v);
  ady.comenzar();
  while(!ady.fin()){
    Arista<T> arista = ady.proximo();
    j = arista.verticeDestino().posicion();
    if(!marca[j]){
      p = arista.peso();
      vDestino = arista.verticeDestino();
      costo = costo+p;
      lis.agregarFinal(vDestino);
      marca[j] = true;
      if (costo==10){
        recorridos.add((lis.copia());  // se crea una copia de la lista y se guarda esa copia
      }
      else this.dfsConCosto(j, grafo, lis, marca, costo, recorridos);
      costo=costo-p;
      lis.eliminar(vDestino);
      marca[j]= false;
    }
  }

 }
}
```





```
public class Recorridos {
 private void dfsConCosto(int i, Grafo<T> grafo, ListaGenerica<Vertice<T>> lis,
         boolean[] marca, int costo, ListaGenerica<ListaGenerica<Vertice<T>>> recorridos) {
  Vertice<T> vDestino = null; int p=0,j=0;
  Vertice<T> v = grafo.listaDeVertices().elemento(i);
  ListaGenerica<Arista<T>> ady = grafo.listaDeAdyacentes(v);
  ady.comenzar();
   while(!ady.fin()){
      Arista<T> arista = ady.proximo();
      j = arista.verticeDestino().posicion();
      if(!marca[j]){
         p = arista.peso();
         if ((costo+p) <= 10) {
            vDestino = arista.verticeDestino();
            lis.agregarFinal(vDestino);
            marca[j] = true;
            if ((costo+p)==10)
              recorridos.add(lis.copia());
            else
              this.dfsConCosto(j, grafo, lis, marca, costo+p, recorridos);
            lis.eliminar(vDestino);
            marca[j]= false;
          }
       }
     }
 }
}
```