Invocación de métodos remotos - Java RMI

Grupo ARCOS

Sistemas Distribuidos

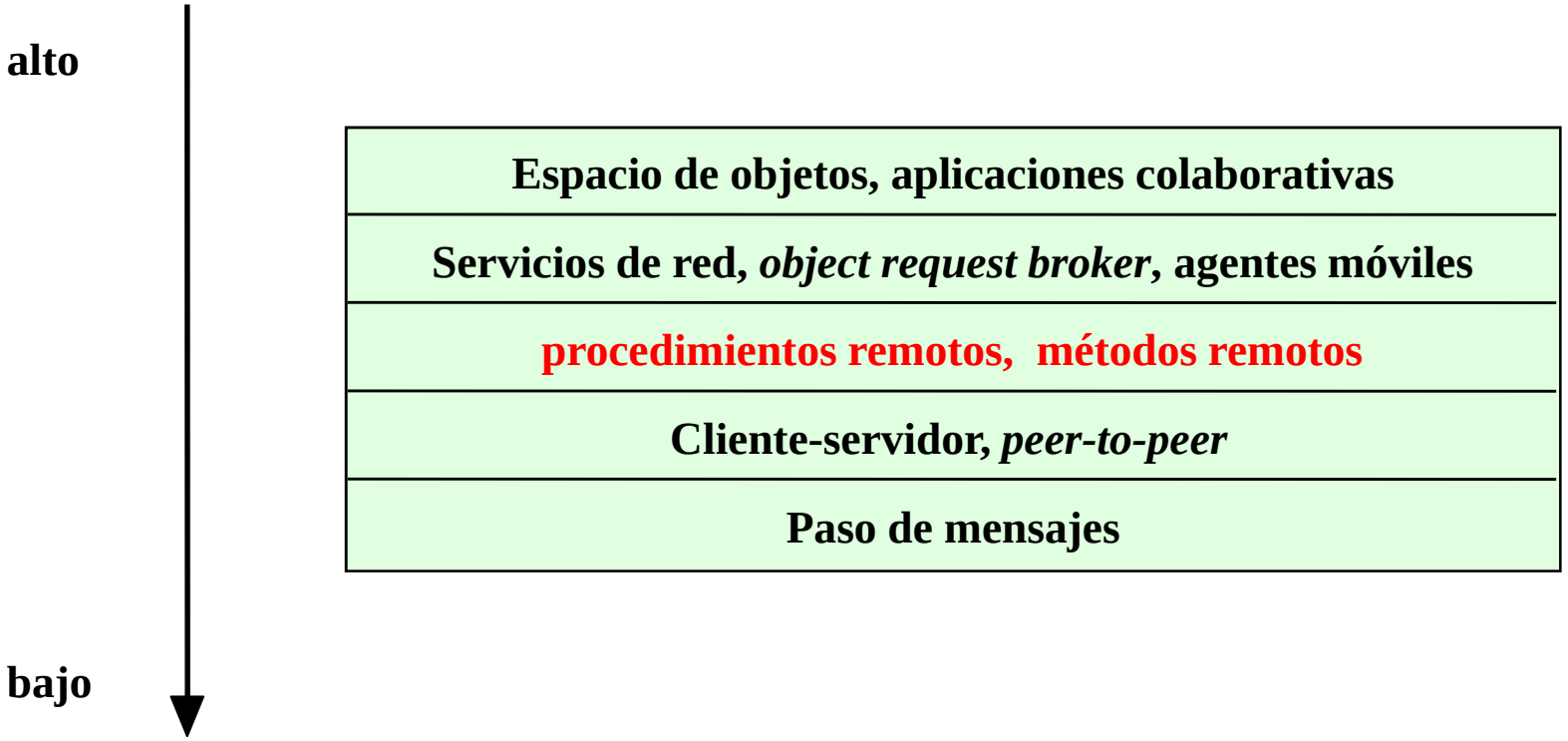
Grado en Ingeniería Informática

Universidad Carlos III de Madrid

Contenidos

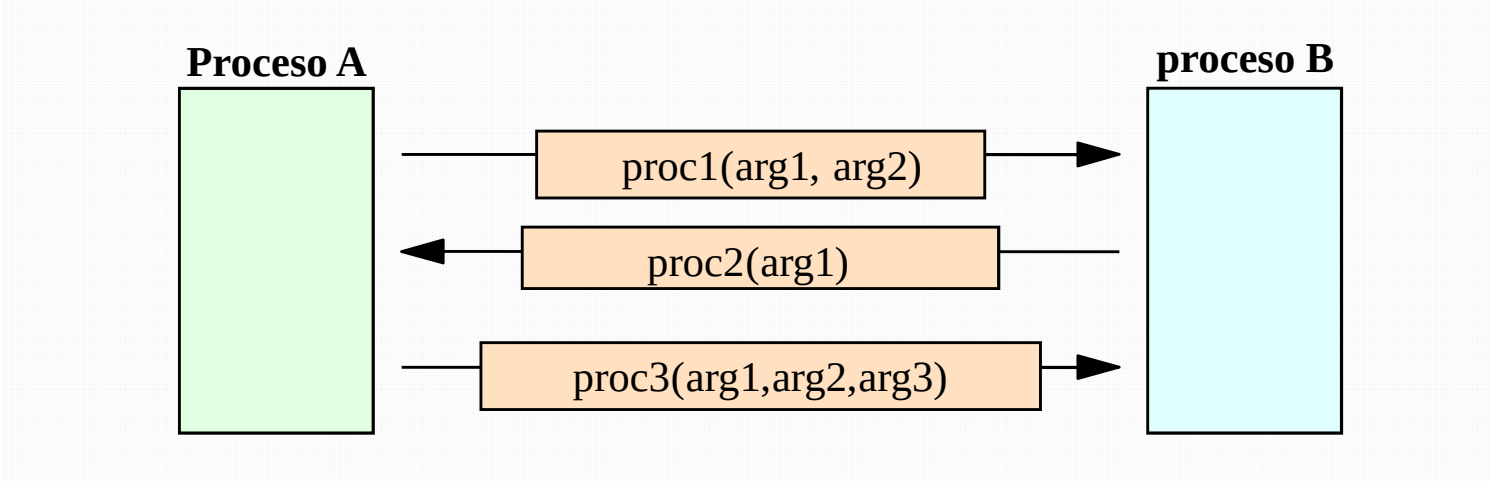
- Paradigma de **invocación de métodos remot**
- Entorno de programación Java
- **Java RMI**
  - Introducción a RMI
  - Arquitectura de RMI
  - Desarrollo de aplicaciones distribuidas
    - Interfaz y despliegue

Paradigmas de procedimientos/métodos remotos



Llamadas a procedimientos remotos

- **Objetivo:** hacer que el software distribuido se programe igual que una aplicación no distribuida
- Mediante el modelo **RPC** la comunicación se realiza conceptualmente igual que la invocación de un procedimiento local



Llamadas a procedimientos remotos

- Pasos:
  - **A** llama al procedimiento remoto de **B**
  - La llamada dispara una acción de un procedimiento de **B**
  - Al finalizar el procedimiento, **B** devuelve el valor a **A**
- Simplifica la comunicación entre procesos y la sincronización de eventos.
- Ejemplos:
  - *Open Network Computing Remote Procedure Call*, desarrollada a partir del API RPC de *Sun Microsystems* a comienzo de los años 80
  - *Distributed Computing Environment* (DCE) RPC de *Open Group*
  - *Simple objeto Access Protocol* (SOAP)

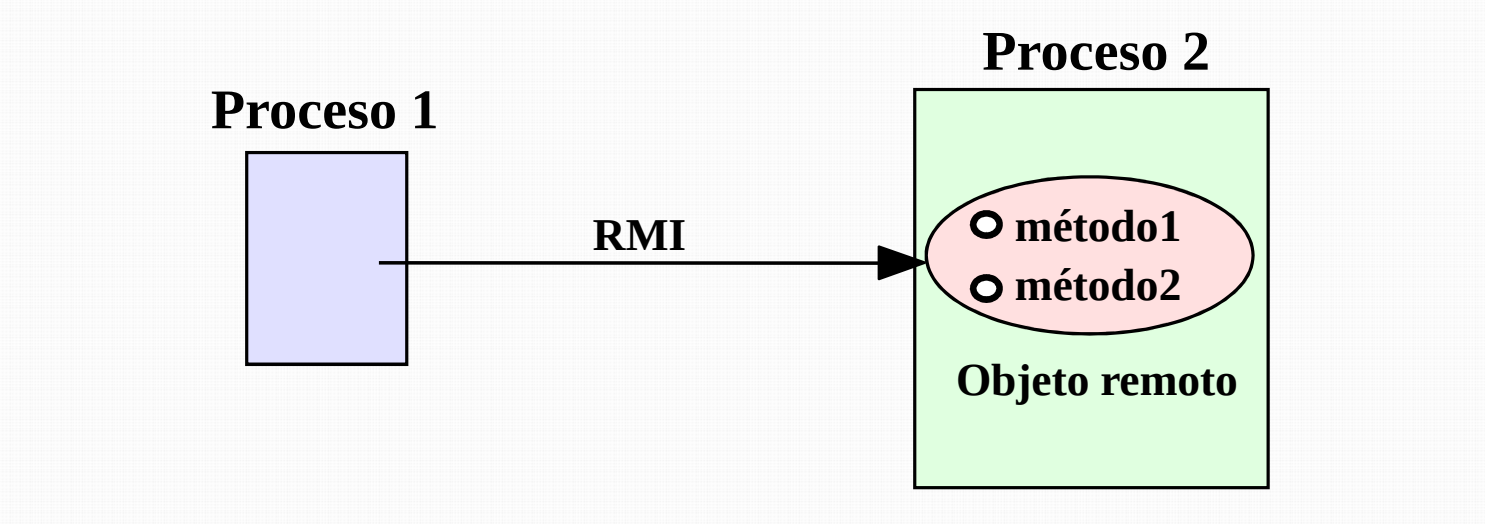
Llamada a métodos remotos

- Primera aproximación al uso de un modelo orientado a objetos sobre aplicaciones distribuidas
- **Objetos distribuidos** dentro de una red
  - Los objetos proporcionan métodos, los cuales dan acceso a los servicios

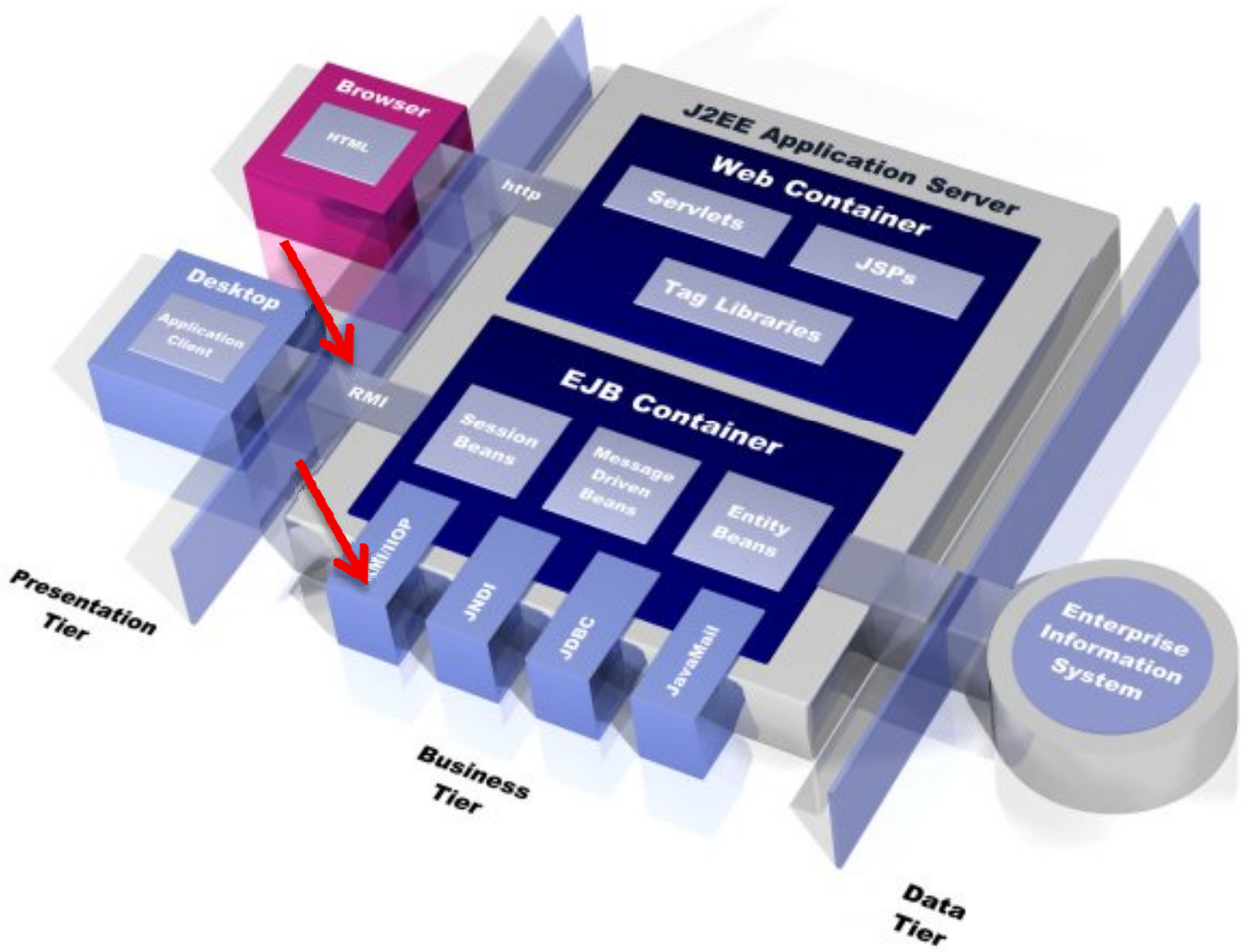
- Ejemplo:
  - *Remote method invocation* (RMI) de Java

Remote method invocation (RMI)

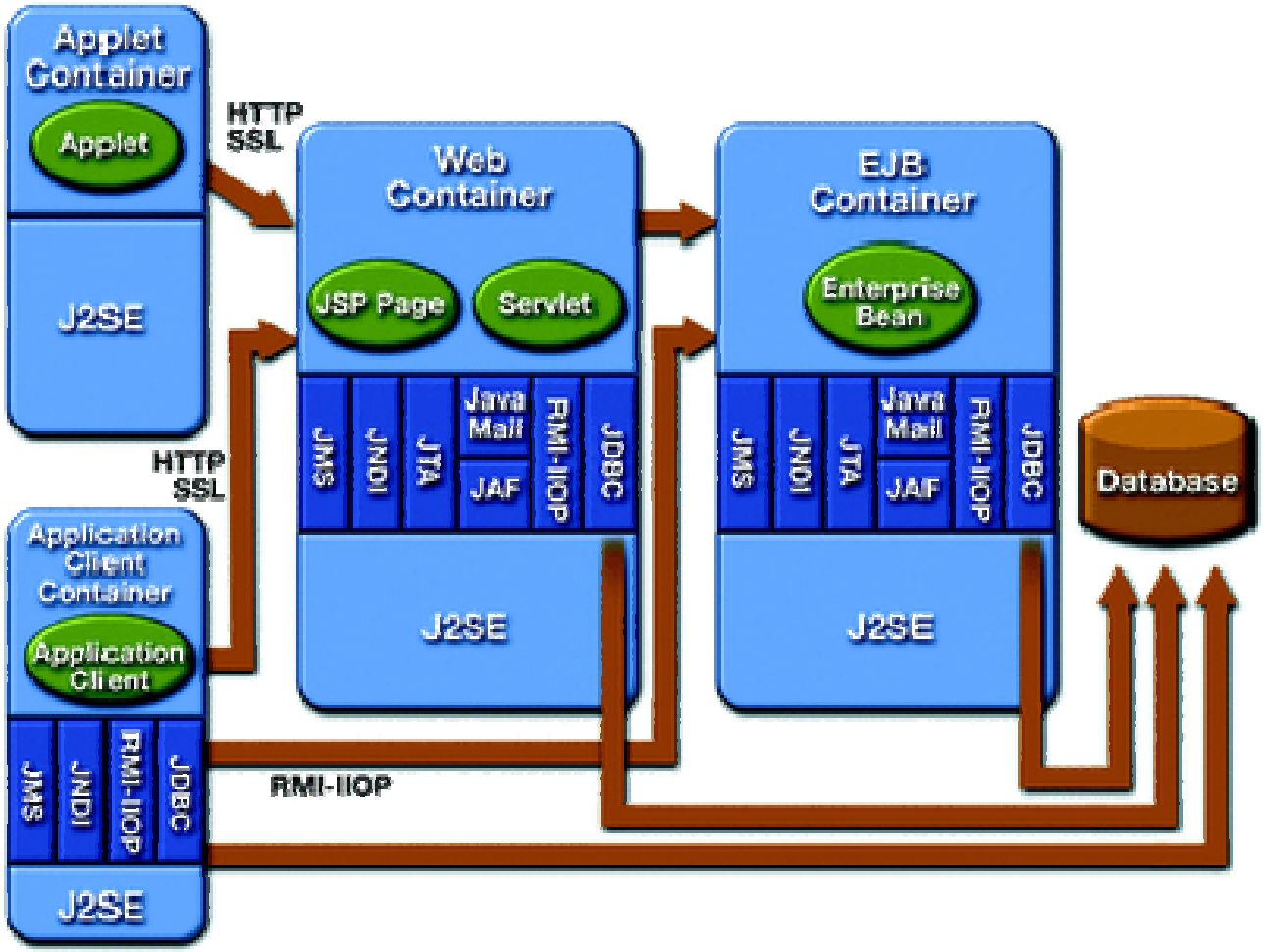
- Modelo **equivalente** a
  las **llamadas a procedimientos remotos**
- Proceso invoca un método local de otro proceso
- Se envían tanto los argumentos del método
  como el valor devuelto por el mismo



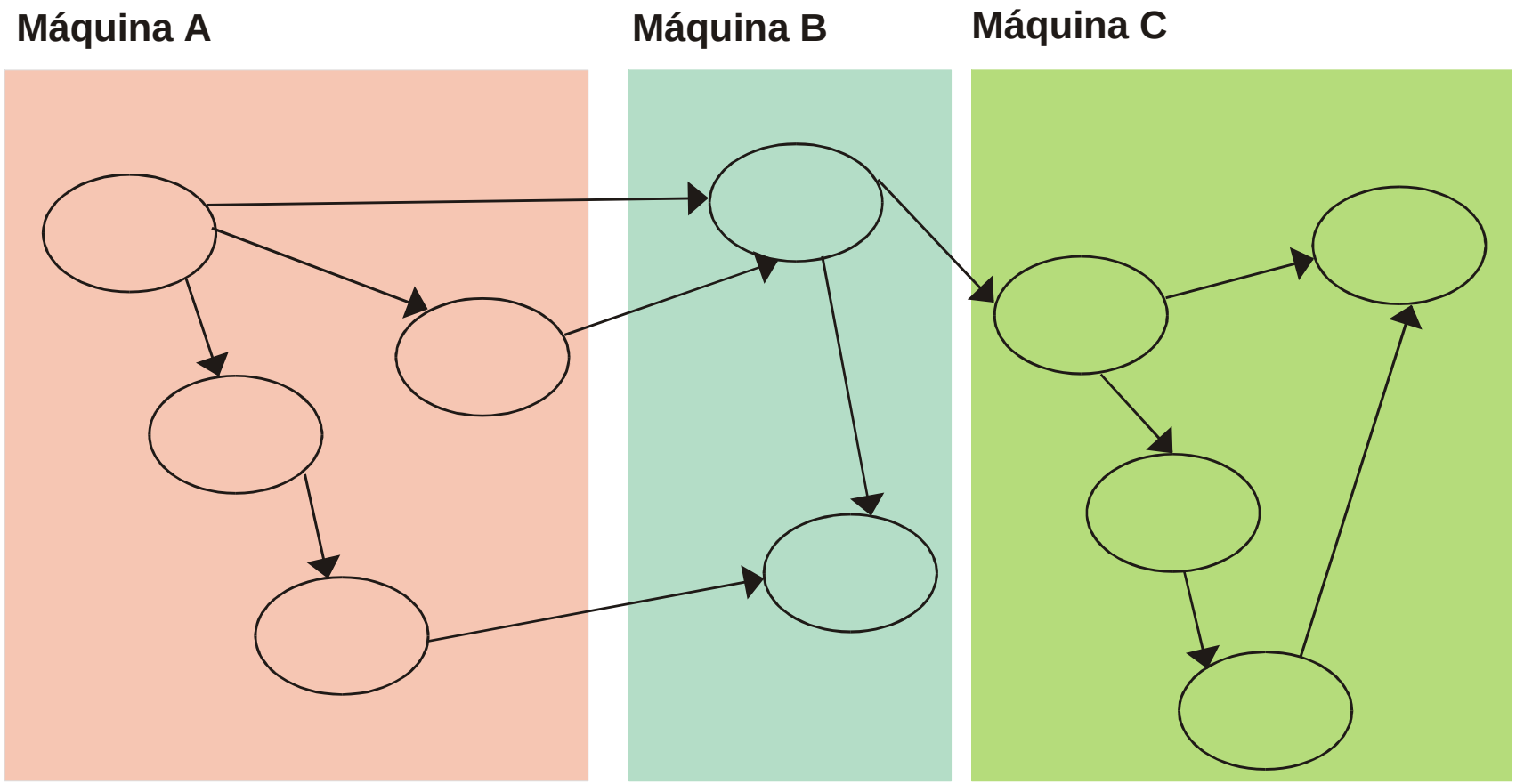
Entornos donde se usa Java RMI



Entornos donde se usa Java RMI



Modelo de objetos en sistemas distribuidos



Java RMI (*Remote Method Invocation*)

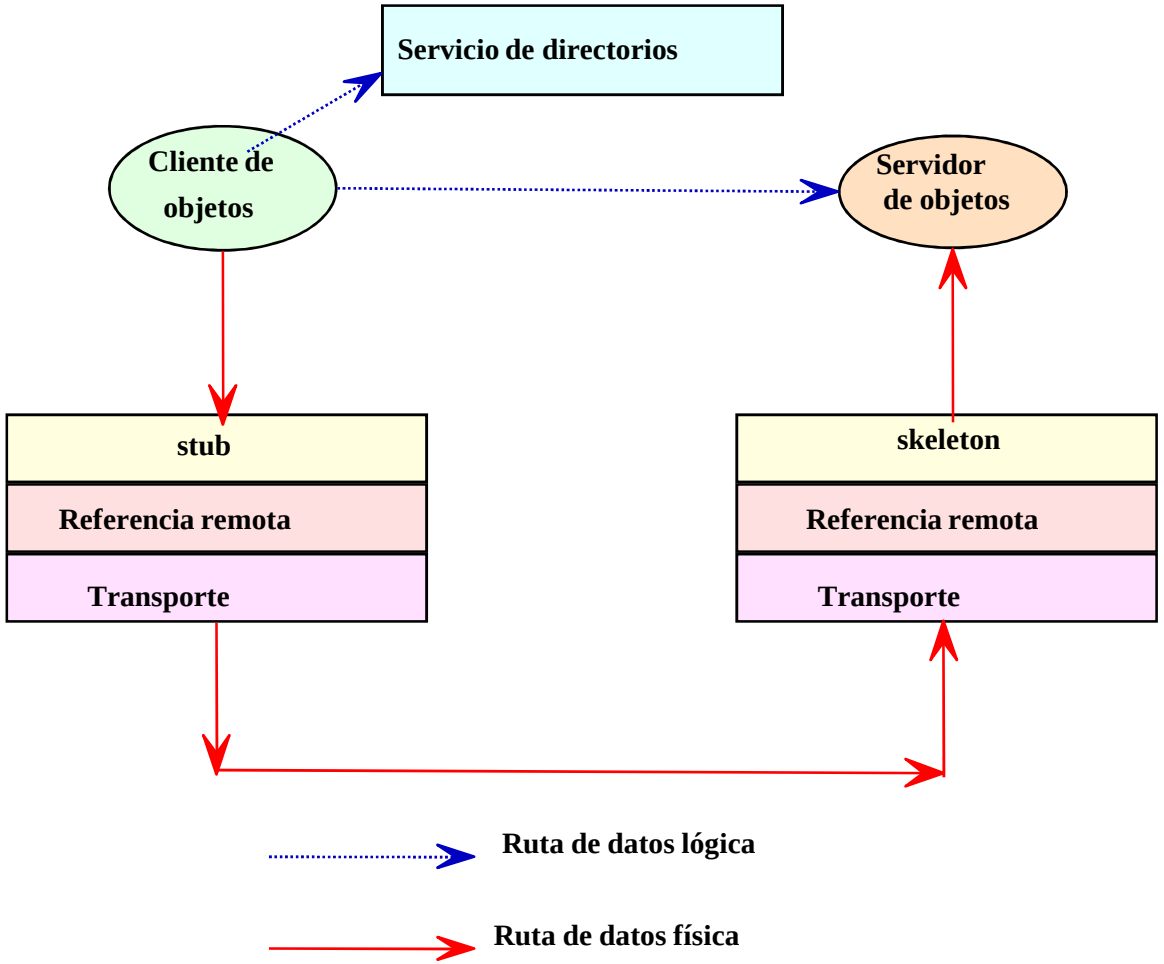
- El soporte para RMI en Java está basado en las interfaces y clases definidas en los paquetes *java.rmi* y *java.rmi.server.*

- RMI ofrece:
  - Mecanismos para crear servidores y objetos cuyos métodos se puedan invocar remotamente.
  - Mecanismos que permiten a los clientes localizar los objetos remotos.
  - Servicio de directorios:
    - ***rmiregistry***, servicio de directorios de Java
    - Se ejecuta en la máquina servidor objeto

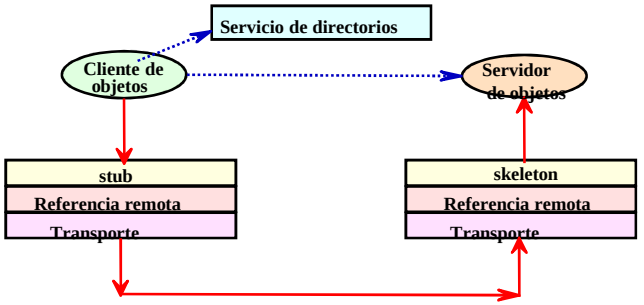
Comparación RMI y sockets

- Ventajas:
  - Los programas RMI son más sencillos de diseñar
  - Servidor RMI concurrente
- Inconvenientes:
  - *Sockets* tienen menos sobrecarga
  - RMI sólo para plataformas Java

Arquitectura de RMI

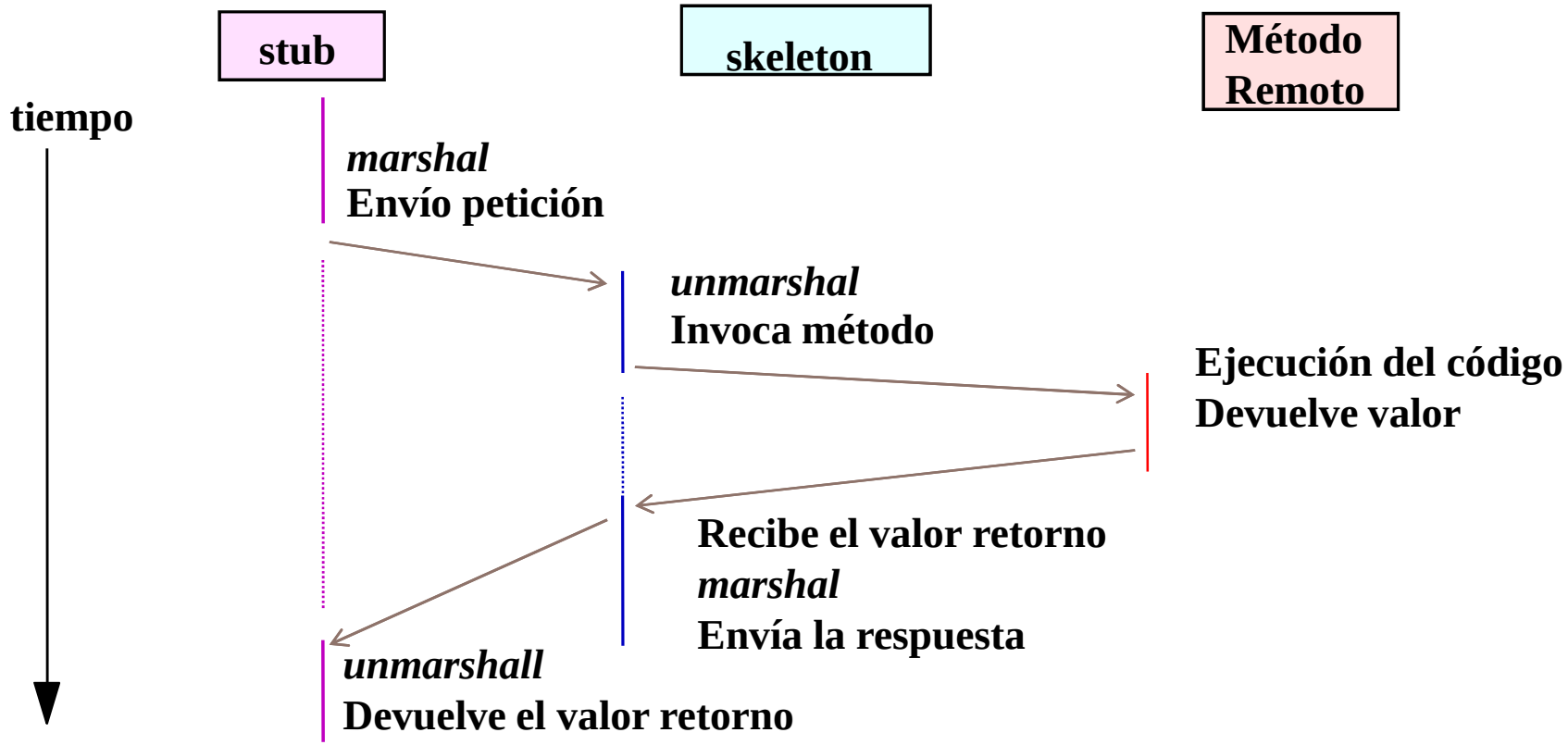


Arquitectura de RMI

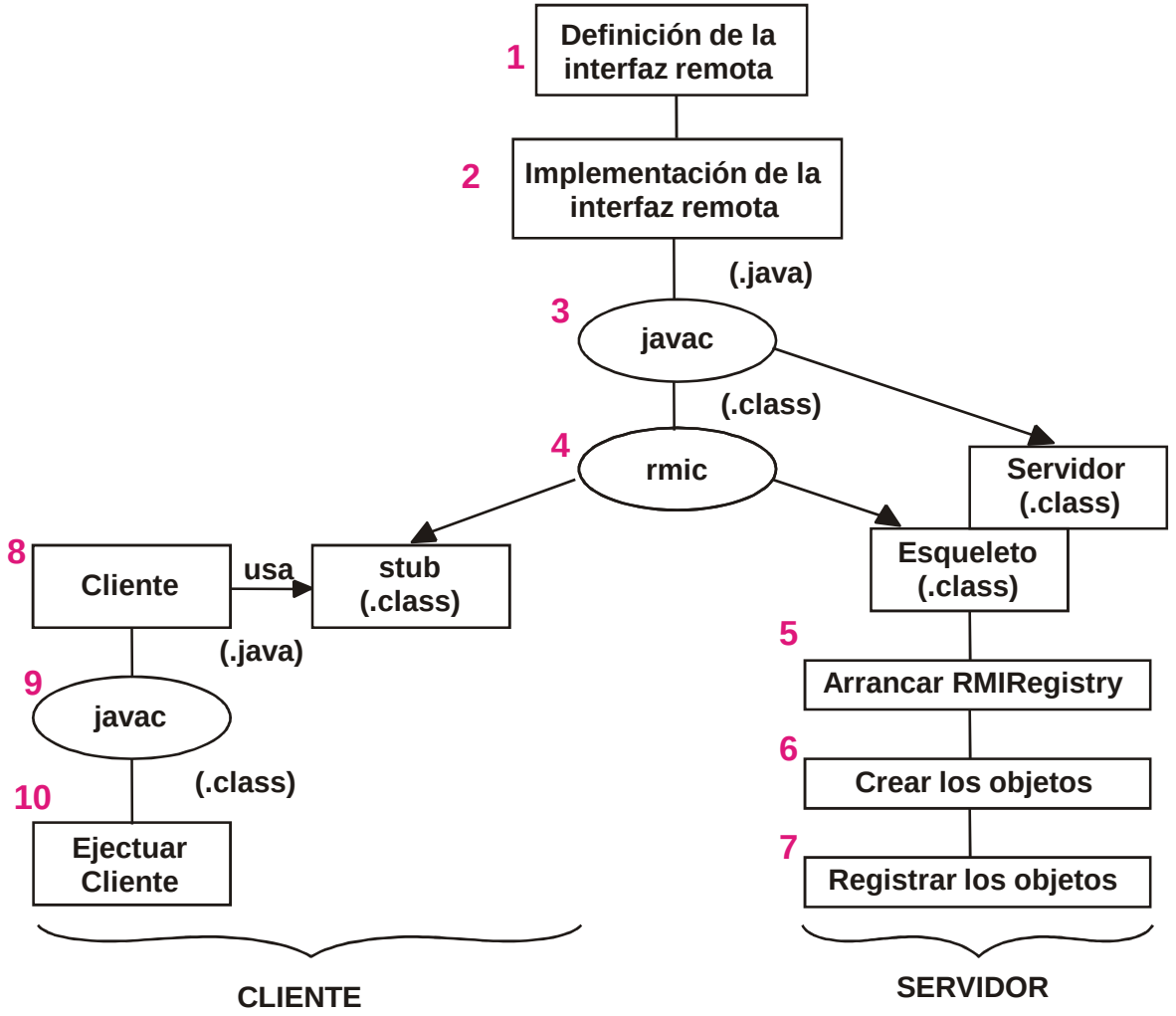


- **Nivel** de resguardo **o stub**
  - Se encarga del aplanamiento de los parámetros.
  - ***Stub***: resguardo local. Cuando un cliente realiza una invocación remota, en realidad hace una invocación de un método del resguardo local.
- **Nivel** de **gestión de referencias remotas**
  - Interpreta y gestiona las referencias a objetos remotos.
  - Invoca operaciones de la capa de transporte.
- ***Nivel*** de **transporte**
  - Se encarga de las comunicaciones y de establecer las conexiones necesarias.
  - Basada en protocolo TCP.

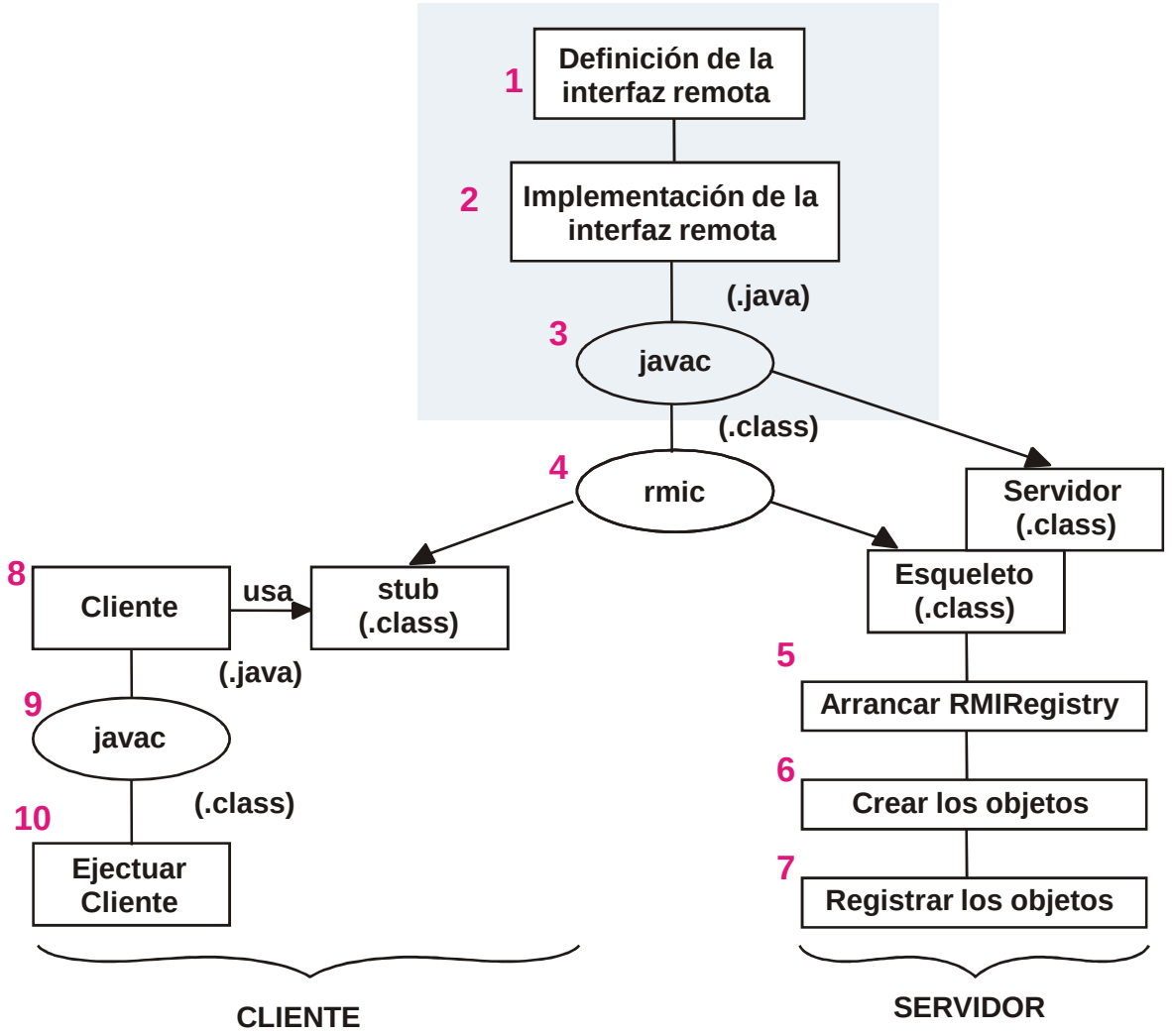
Arquitectura de RMI



Diseño de aplicaciones RMI



Diseño de aplicaciones RMI



Diseño de aplicaciones RMI

- Interfaz remota:
  - Clase que sirve de plantilla para otras clases.

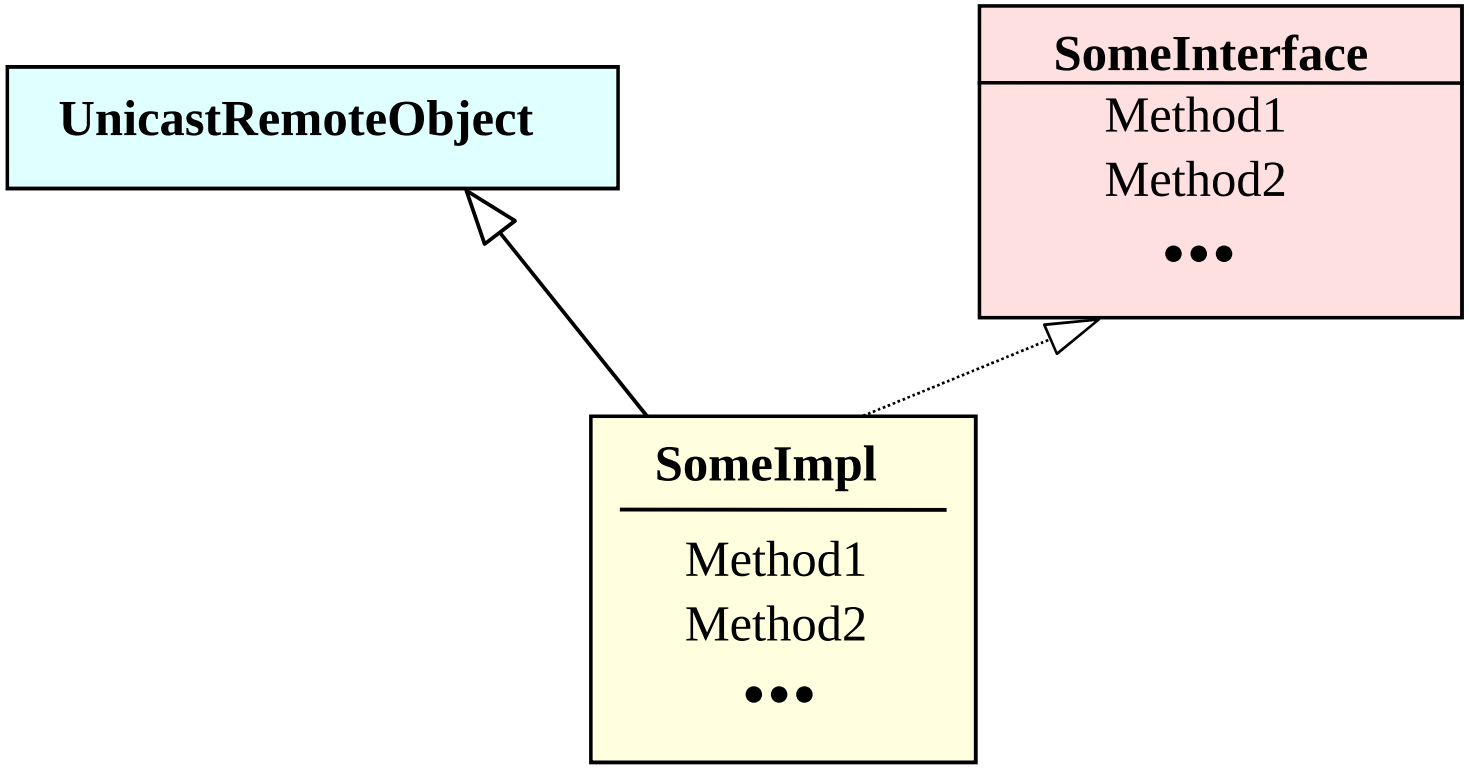
```
import java.rmi.*;
public interface SomeInterface extends Remote {
   // Cabecera del primer método remoto
   public String someMethod1( )
        throws java.rmi.RemoteException;

   // Cabecera del segundo método remoto
   public int someMethod2( float parameter) throws
                        java.rmi.RemoteException;

}
```

Diseño de aplicaciones RMI

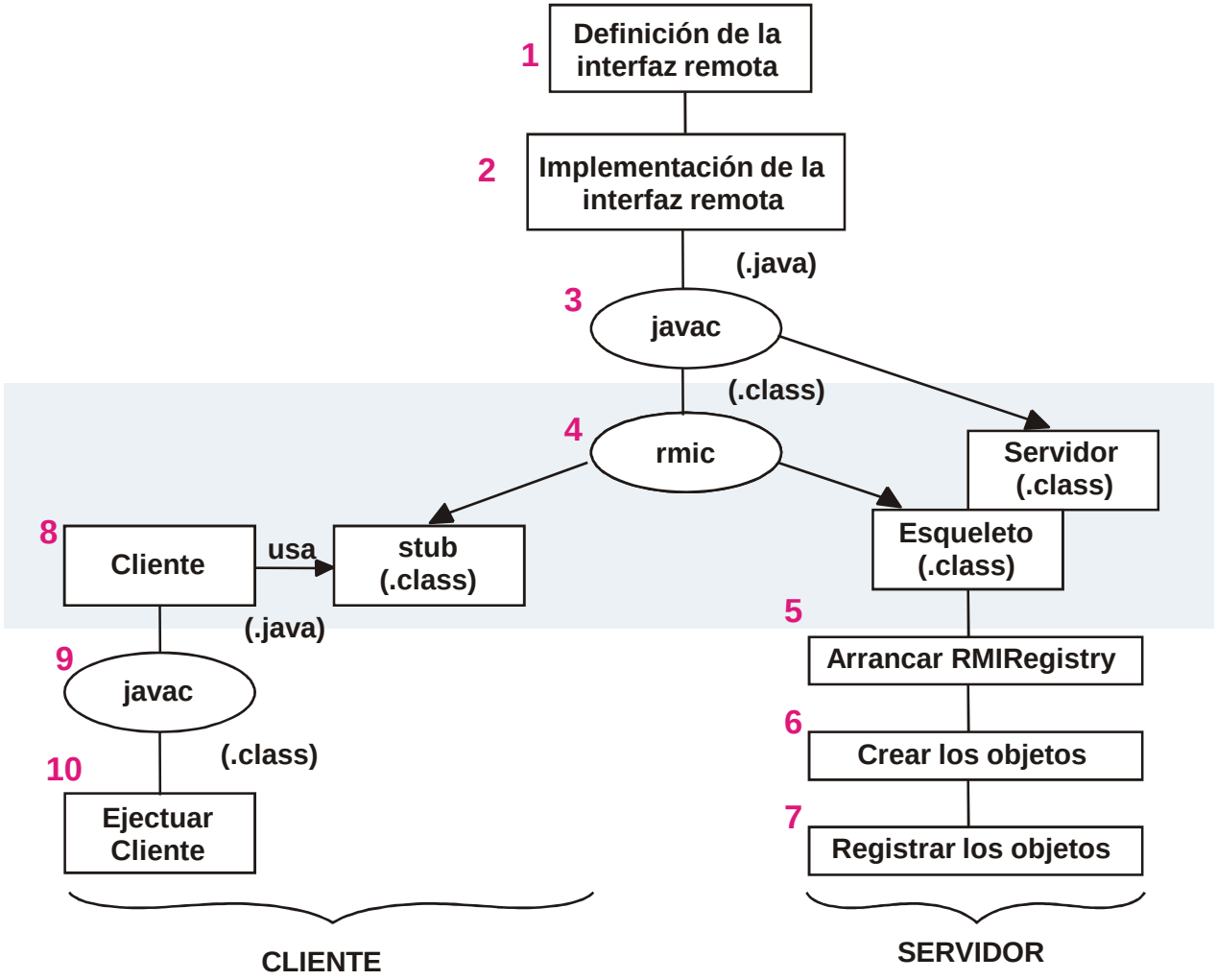
- Implementación de la interfaz remota
  - Realizado por el servidor

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;

public class SomeImpl extends UnicastRemoteObject
                      implements SomeInterface
{
  public SomeImpl() throws RemoteException { super( ); }

  public String someMethod1( ) throws RemoteException
  { /* Código fuente */ }

  public int someMethod2(float a) throws RemoteException
  { /* Código fuente */ }
}
```

Diseño de aplicaciones RMI



Diseño de aplicaciones RMI



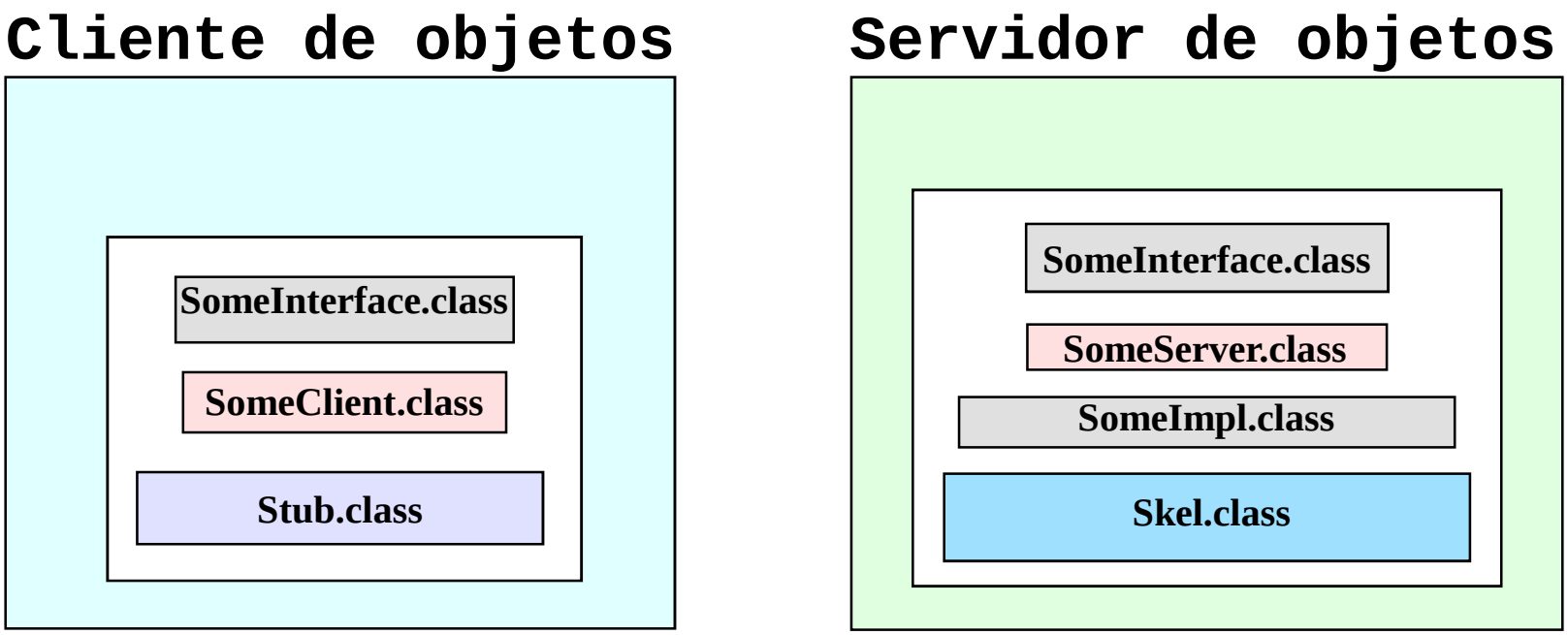
Diseño de aplicaciones RMI

- Diseño por parte del servidor:
  - Implementación de la interfaz remota
  - Generar el resguardo y el esqueleto

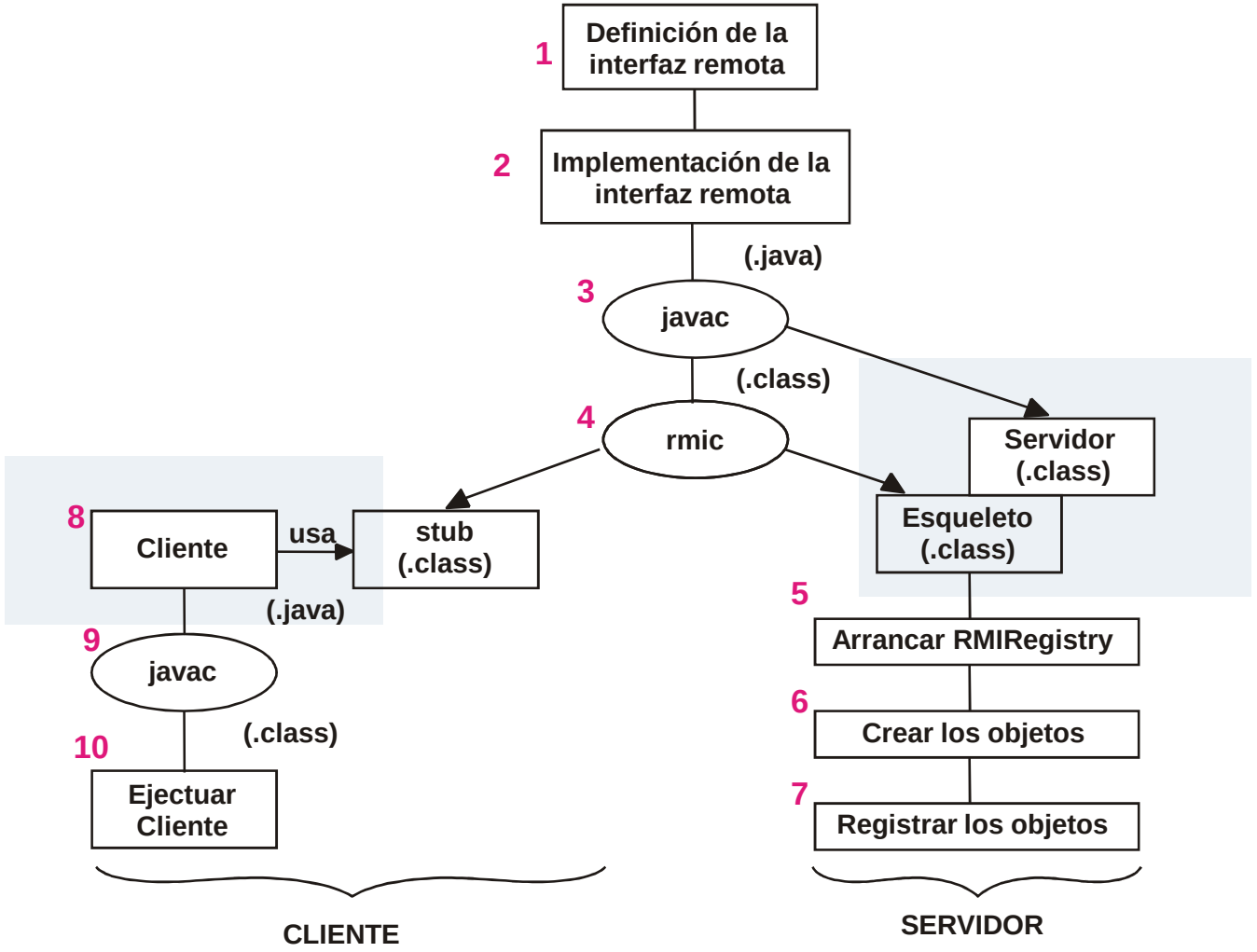
nombre de la clase de la implementación de la interface remota

```
# rmic SomeImpl
# ls SomeImp*.class
  ...
  SomeImpl_skel.class
  SomeImpl_stub.class
```

Invocación remota



Diseño de aplicaciones RMI



Plantilla de clase de servidor de objeto

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.Registry;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
 public class SomeServer  {
    public static void main(String args[]) {
       try{
            SomeImpl exportedObj = new SomeImpl();

             int portNum=1099;
            startRegistry(portNum);

            registryURL = "rmi://localhost:"+portNum+"/some";
            Naming.rebind(registryURL, exportedObj);
            System.out.println("Some Server ready.");
       }
 }
 catch (Exception ex) {
    System.out.println("Exception: "+ex);
}
```

Plantilla de clase de servidor de objeto

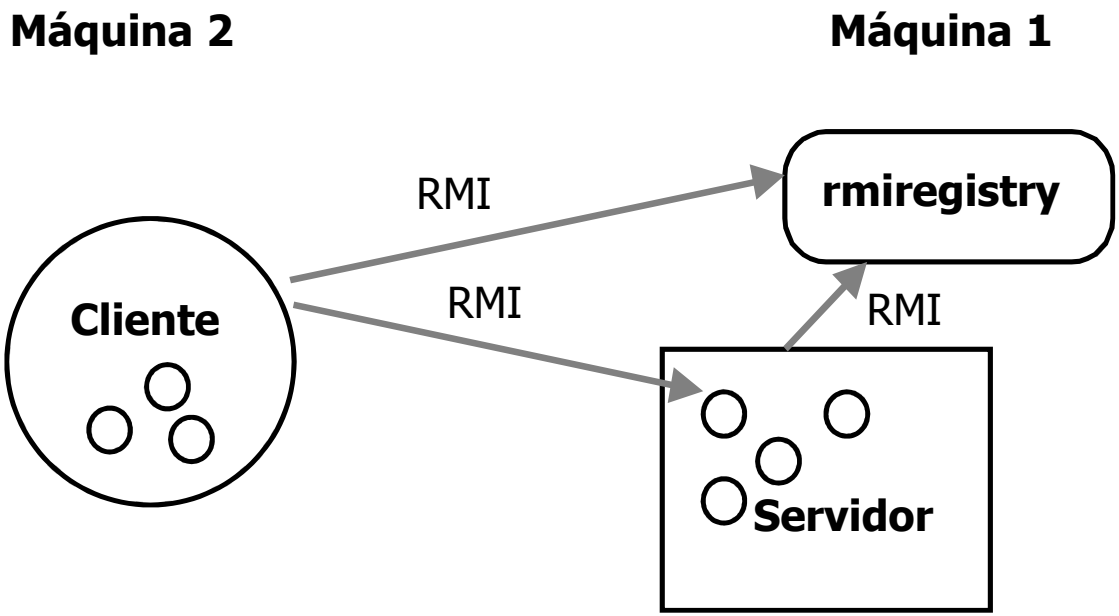
```
private static void startRegistry(int RMIPortNum)
        throws RemoteException
{
   try {
    Registry registry= LocateRegistry.getRegistry(RMIPortNum);
    registry.list( );
   }
   catch (RemoteException ex)
   {
     System.out.println("RMI registry cannot be located at port" + RMIPortNum);
     Registry registry= LocateRegistry.createRegistry(RMIPortNum);
     System.out.println("RMI registry created at port " + RMIPortNum);
  }
}
```

Alternativa: activar el registro manualmente con
rmiregistry <número de puerto>

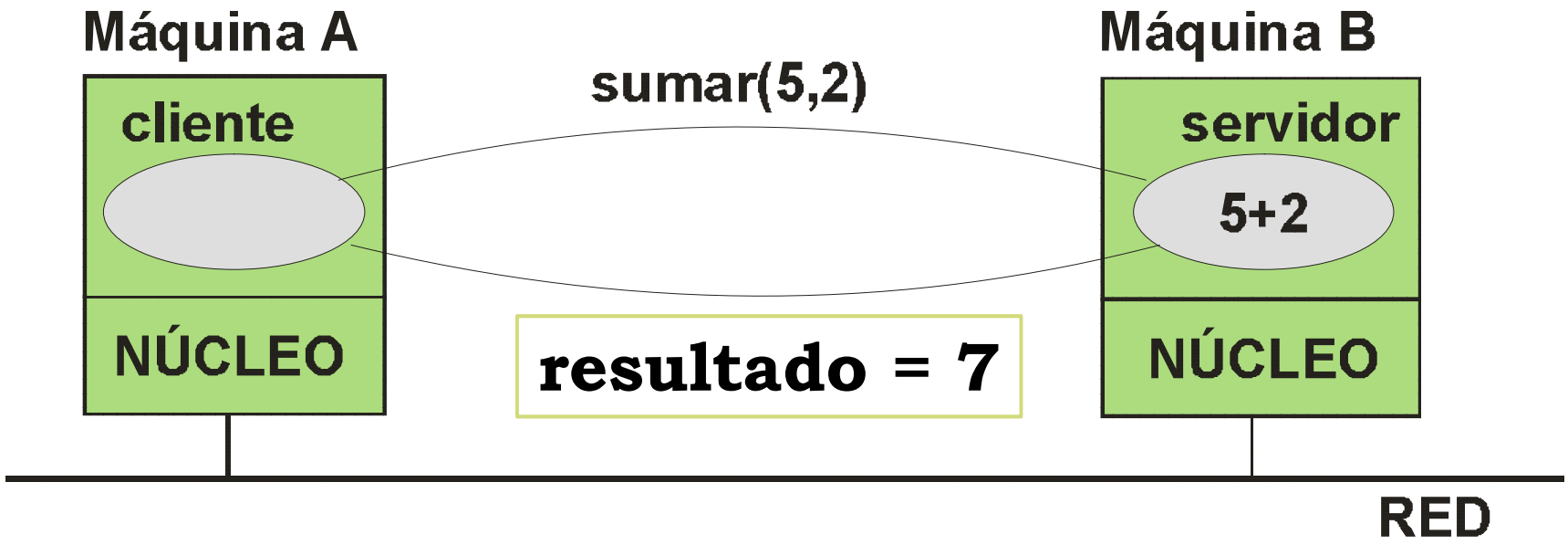
Plantilla de clase de cliente de objeto

```
import java.rmi.*;

public class SomeClient
{
   public static void main(String args[])
   {
     try {
        int portNum=1099;
        String registryURL ="rmi://serverhost:" + portNum + "/some";
        SomeInterface h = (SomeInterface)Naming.lookup(registryURL);

        String message = h.someMethod1();
        System.out.println(message);
      }
      catch (Exception e) {
         System.out.println("Exception in SomeClient: " + e);
     }
   }
}
```

Invocación remota



Ejemplo (RMI)


Máquina A
cliente
NÚCLEO
sumar(5,2)
resultado = 7
Máquina B
servidor
5+2
NÚCLEO
RED

Modelización de la interfaz remota (Sumador)

```
public interface Sumador
       extends java.rmi.Remote
{
  public int sumar(int a, int b)
         throws java.rmi.RemoteException;
}
```

Clase que implementa la interfaz (SumadorImpl)

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;
public class SumadorImpl
       extends UnicastRemoteObject implements Sumador {
   public SumadorImpl(String name) throws RemoteException {
       super();
      try {
          System.out.println("Rebind objeto " + name);
          Naming.rebind(name, this);
      } catch (Exception e) {
         System.out.println("Exception: " + e.getMessage());
          e.printStackTrace();
      }
   }
   public int sumar (int a, int b) throws RemoteException
   {  return a + b;  }
}
```

Registro del servicio

- Cualquier programa que quiera instanciar un objeto de esta clase debe realizar el registro con el servicio de nombrado. Ejemplo:

```
Sumador misuma =
   (Sumador) Naming.lookup("rmi://" +  args[0] + "/” + "MiSumador");
```

- Antes de arrancar el cliente y el servidor, se debe arrancar el programa *rmiregistry* en el servidor para el servicio de nombres.

Código del servidor (SumadorServer)

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteobjeto;
public class SumadorImpl
 extends UnicastRemoteobjeto implements Sumador {
 public SumadorImpl(String name)
       throws RemoteException {
          super();
          try {
             System.out.println("Rebind objeto " + name);
              Naming.rebind(name, this);
          }
```

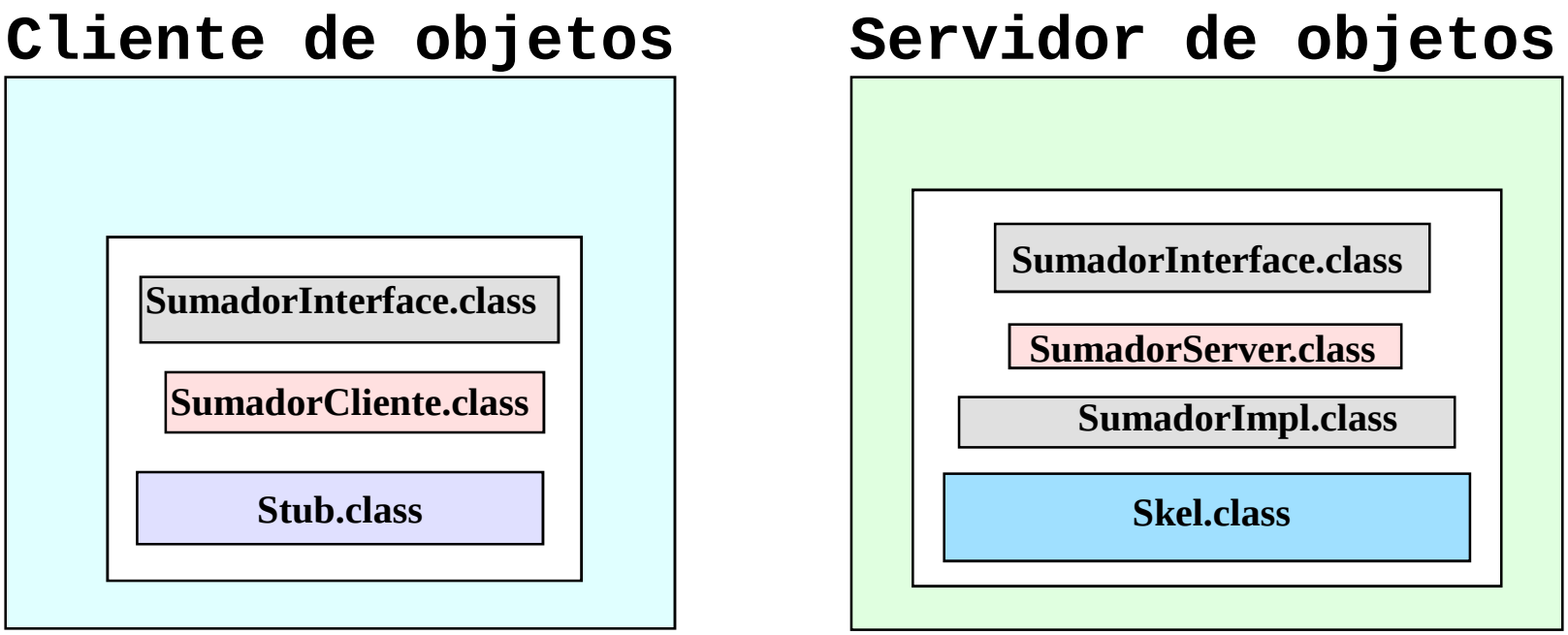
```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;

public class SumadorServer  {
   public static void main (String args[]) {
        try{
            SumadorImpl misuma = new
                  SumadorImpl("rmi://localhost/MiSumador");
        } catch(Exception excr) {
            System.out.println("Excepcion: "+excr);
        }
   }
}
```

Código en el cliente (SumadorCliente)

```
public interface Sumador
       extends java.rmi.Remote
{
   public int sumar(int a, int b)
     throws java.rmi.RemoteException;
}
```

```
import java.rmi.*;

public class SumadorClient {
  public static void main(String args[]) {
   int res = 0;
   try {
        System.out.println("Buscando Objeto ");
        Sumador misuma = (Sumador)Naming.lookup(
                          "rmi://" +  args[0] + "/" +"MiSumador");
         res = misuma.sumar(5, 2);
        System.out.println("5 + 2 = " + res);
    } catch(Exception e) {
        System.err.println(" System exception");
    }
    System.exit(0);
 }
}
```

Invocación remota



¿Cómo se ejecuta?

1. **Compilación**
   - javac Sumador.java
   - javac SumadorImpl.java
   - javac SumadorClient.java
   - javac Sumador Server.java
2. **Generación de los esqueletos**
   - rmic SumadorImpl
3. **Copiar *SumadorImpl_Stub.class* e *interfaz remota* a clientes**
4. **Ejecución del programa de registro de RMI**
   - rmiregistry
5. **Ejecución del servidor**
   - java SumadorServer
6. **Ejecución del cliente**
   - java SumadorCliente <host-del-servidor>

Invocación de métodos remotos - Java RMI

Grupo ARCOS

Sistemas Distribuidos

Grado en Ingeniería Informática

Universidad Carlos III de Madrid