Universidad Zaragoza

Diseño e implementación de un sistema dinámico de gestión de trabajos distribuidos en un entorno de máquinas virtuales

David Ceresuela

Proyecto fin de carrera – Ingeniería en Informática
Curso 2011/2012

Director: Javier Celaya

Introducción

- Computación en la nube
  - Acceder a una aplicación cuya lógica y datos están situados en una localización remota
  - Infraestructura distribuida
    - Máquinas virtuales
  - Usos: ejecución de trabajos, servicios web...
- Problema: **administración** de la infraestructura

Introducción

- Herramientas de gestión de configuración (Puppet, CFEngine, Chef...)
  - Describir y llevar a un sistema informático a un cierto estado
    - Iteración y convergencia
  - Incrementar la productividad
  - Capaces de administrar nodos en entornos heterogéneos y complejos
- Problema: **Incapaces** de administrar infraestructuras distribuidas como una **entidad propia**

Objetivo

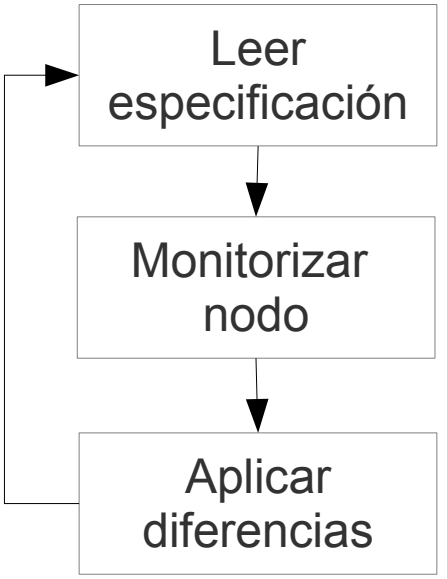
- Administración de infraestructuras distribuidas de ejecución de trabajos mediante herramientas de gestión de configuración

Ejemplos de infraestructuras distribuidas

- Ejecución de trabajos
  - AppScale
    - Implementación de código abierto del App Engine de Google
    - Alojamiento de aplicaciones web y ejecución de trabajos
    - Mayor **complejidad** por diversidad de nodos
  - TORQUE
    - Infraestructura clásica de ejecución de trabajos
    - Nodos de tipo maestro o computación
- Servicios web
  - Balanceador de carga, servidor web, base de datos

Gestión de la configuración en Puppet

- Ventajas
  - Especificación declarativa de los diferentes recursos a administrar (ficheros, usuarios, etc.)
  - Programada en Ruby: abstracciones de mayor nivel que C y Java
  - Permite ser extendida
- Iteración y convergencia: comprobación sistemática del estado de los recursos



Recursos en Puppet

- Locales a un nodo
- Ejemplo de especificación

Manifiesto Puppet

```
class servidor_apache {
    $apacheversion = "2.0.33"
    package { "apache2":
        ensure => $apacheversion,
    }
    service { "apache2":
        ensure => running,
        enable => true,
    }
}
node /^www.+/ {
    include servidor_apache
}
```

- Son los únicos que existen en Puppet

Recursos distribuidos

- No existen en Puppet (ni en CFEgine, ni en Chef...)
- Características propias comunes:
  - Dependencia
    - Entre nodos, entre servicios de red...
  - Disponibilidad (fallos)
    - De máquina
    - De servicio
- Es necesaria una coordinación

Modelado de un recurso en Puppet

- Tipo
  - Descripción declarativa en la que se definen los atributos del recurso
- Proveedor
  - Implementación necesaria para llevar dicho recurso al estado deseado

Solución: modelado de un recurso distribuido

- Tipo **recurso distribuido**
  - Atributos comunes: Nombre, Fichero de dominio, Conjunto de máquinas físicas
  - Añadir los atributos particulares de cada recurso
- Proveedor **recurso distribuido**
  - Puesta en marcha
  - Monitorización
    - Fallos de máquinas y servicios
    - Fallos del coordinador: algoritmo elección de líder
  - Parada
  - Funciones específicas del recurso

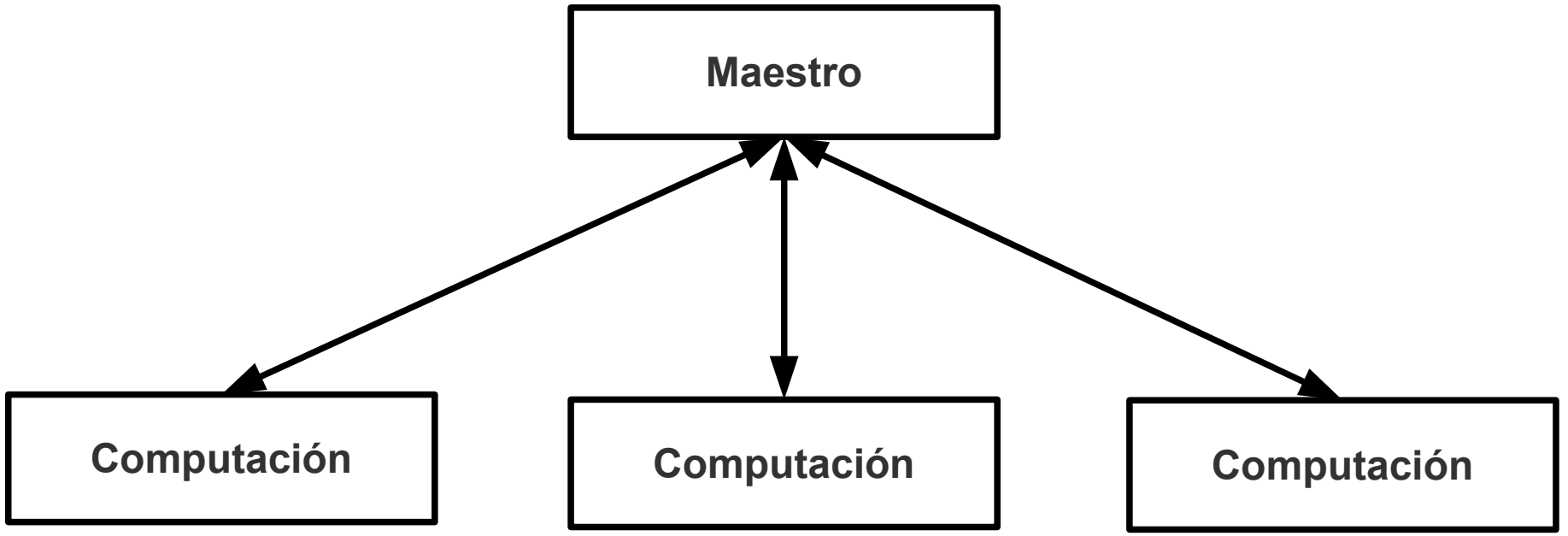
Diseño del proveedor

- Primera aproximación: proveedor común de recurso distribuido
  - Problema: Puppet no soporta herencia entre proveedores de distintos tipos
- **Aproximación elegida**: proporcionar una clase Ruby con las funcionalidades comunes a todo tipo de proveedores

Diseño del proveedor

- Clase **Cloud**
  - Clase Ruby
  - Puesta en marcha
    - Inicio como líder
    - Inicio como nodo común
    - Inicio como nodo no perteneciente a la infraestructura
  - Monitorización
    - Monitorización como líder
  - Parada
    - Apagado de máquinas virtuales
    - Borrado de ficheros de gestión interna

Ejemplo: TORQUE



Ejemplo: TORQUE

- Manifiesto:

```
torque {'mytorque':
   head     => ["155.210.155.73", "/var/tmp/lucid-tor1.img"],
   compute  => ["/etc/.../modules/torque/files/compute-ips.txt",
                "/etc/.../modules/torque/files/compute-imgs.txt"],
   vm_domain => "/etc/puppet/modules/torque/files/template.xml",
   pool       => ["155.210.155.70"],
   ensure     => running,
}
```

Ejemplo: TORQUE

- Tipo:

```
newproperty(:head,
            :array_matching => :all) do

   desc "The head node's information"
end

newproperty(:compute,
            :array_matching => :all) do

   desc "The compute nodes' information"
end
```

```
newparam(:name) do
   desc "The cloud name"
   isnamevar
end

newparam(:vm_domain) do
   desc "The XML file with ..."
end

newproperty(:pool,
   :array_matching => :all) do

   desc "The pool of ..."
end
```

Ejemplo: TORQUE

- Proveedor:

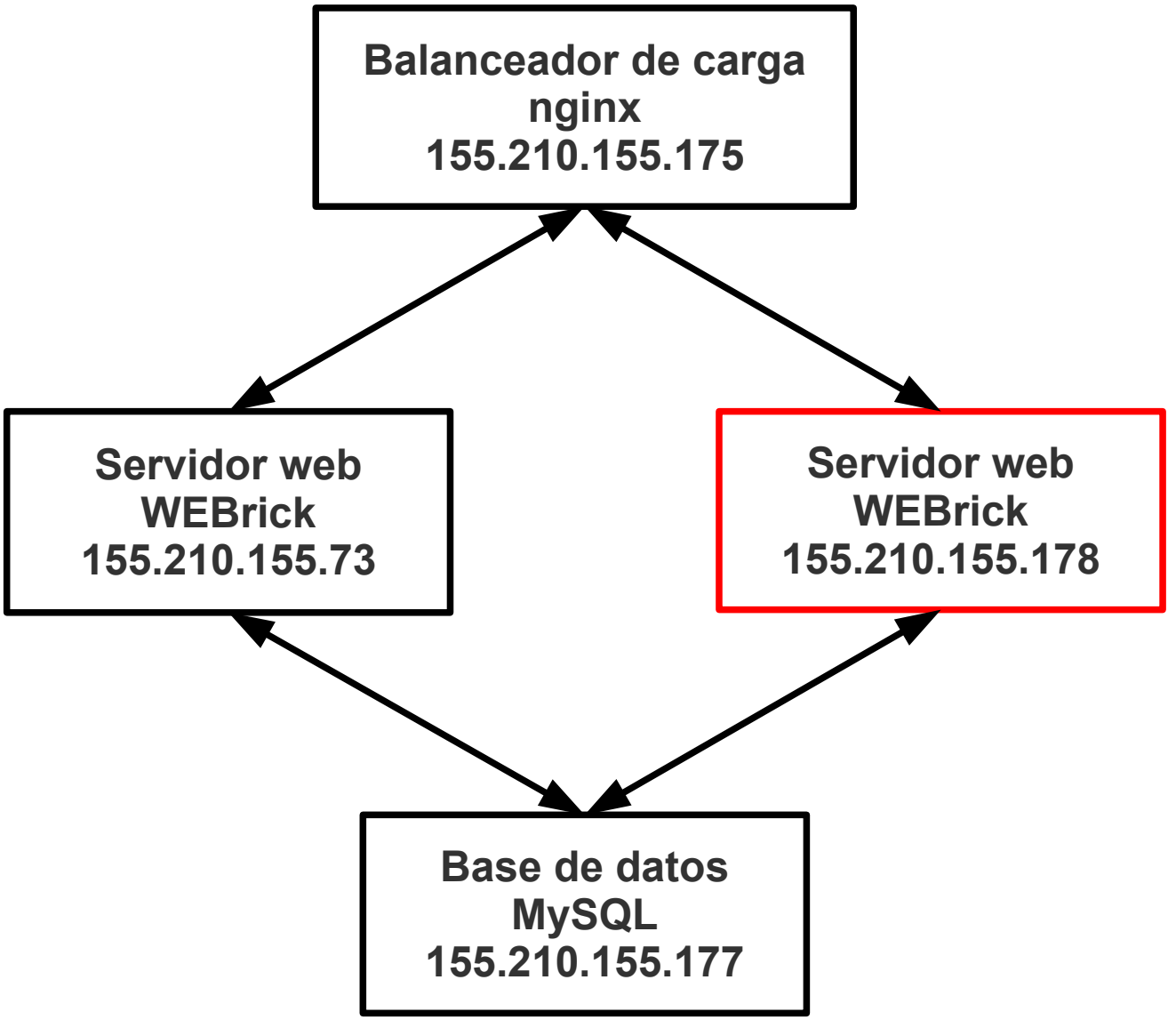
```
...
if part_of_cloud
   puts "#{MY_IP} is part of the cloud"

   # Check if you are the leader
   if cloud.leader?
      cloud.leader_start("torque", vm_ips, vm_ip_roles,
                         vm_img_roles, pm_up,
                         method(:torque_monitor))
   else
      cloud.common_start()
   end
else
   puts "#{MY_IP} is not part of the cloud"
   cloud.not_cloud_start("torque", vm_ips, vm_ip_roles,
                         vm_img_roles, pm_up)
end
...
```

Ejemplo: TORQUE

- Proveedor:

```
def stop

   cloud = Cloud.new(CloudInfrastructure.new(), CloudLeader.new(),
                     resource, method(:err))
   puts "Stopping cloud %s" % [resource[:name]]

   if cloud.leader?()
      ...

      if exists? && status == :running
         puts "It is a torque cloud"

         # Stop cloud infrastructure
         cloud.leader_stop("torque", method(:torque_cloud_stop))
      end
   else
      puts "#{MY_IP} is not the leader"       # Nothing to do
   end
end
```

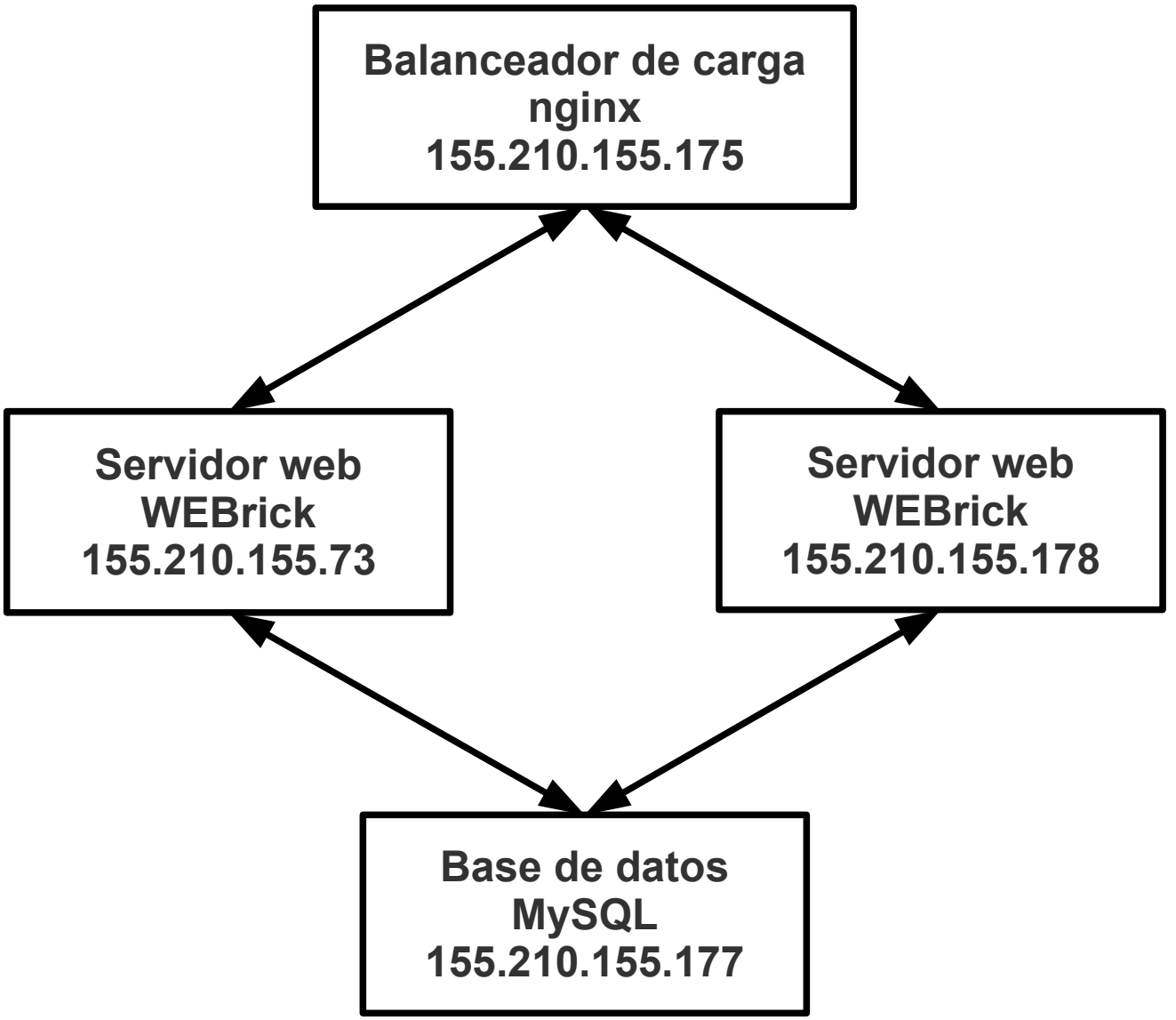
Demostración



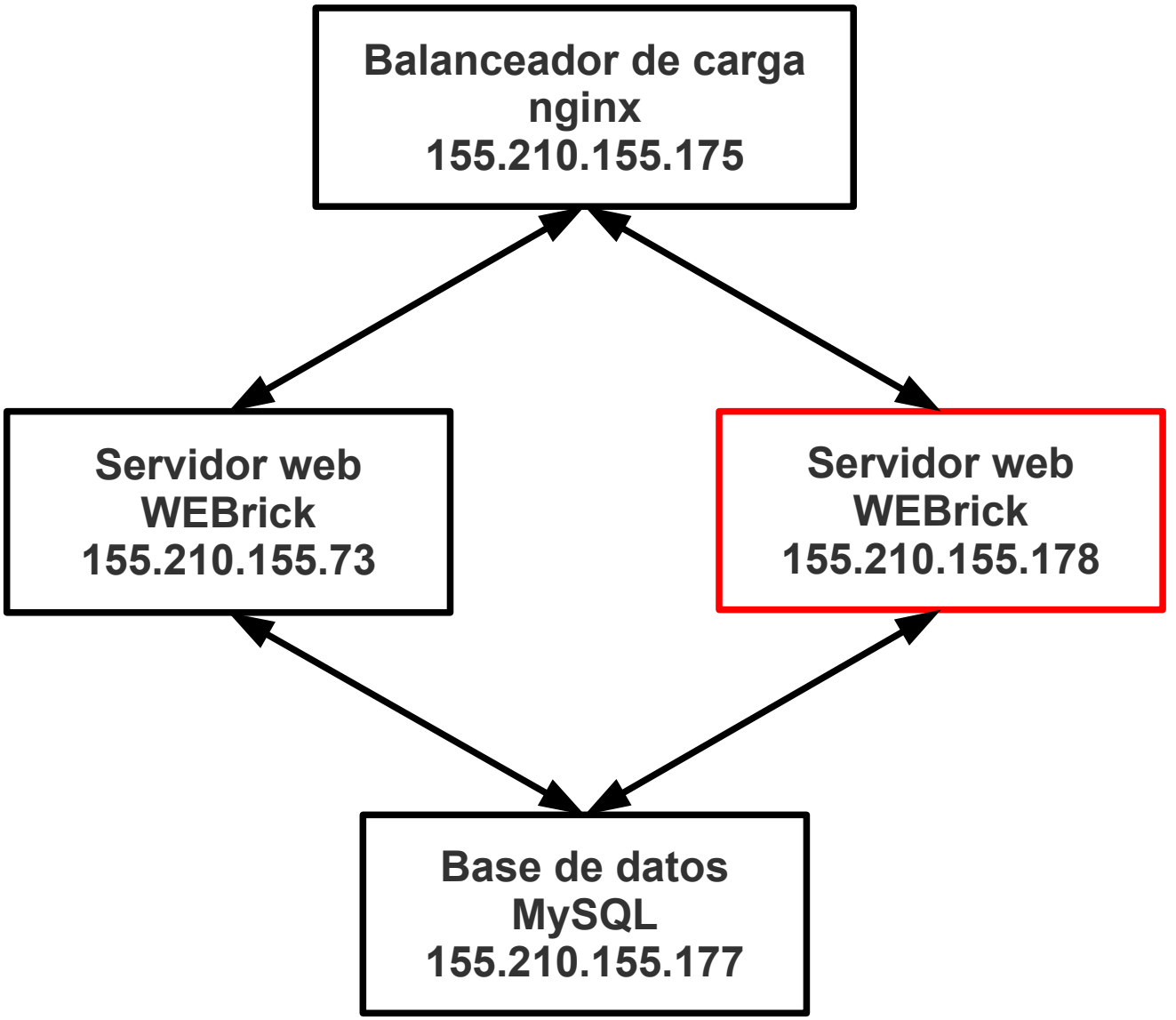
Demostración

[Vídeo]

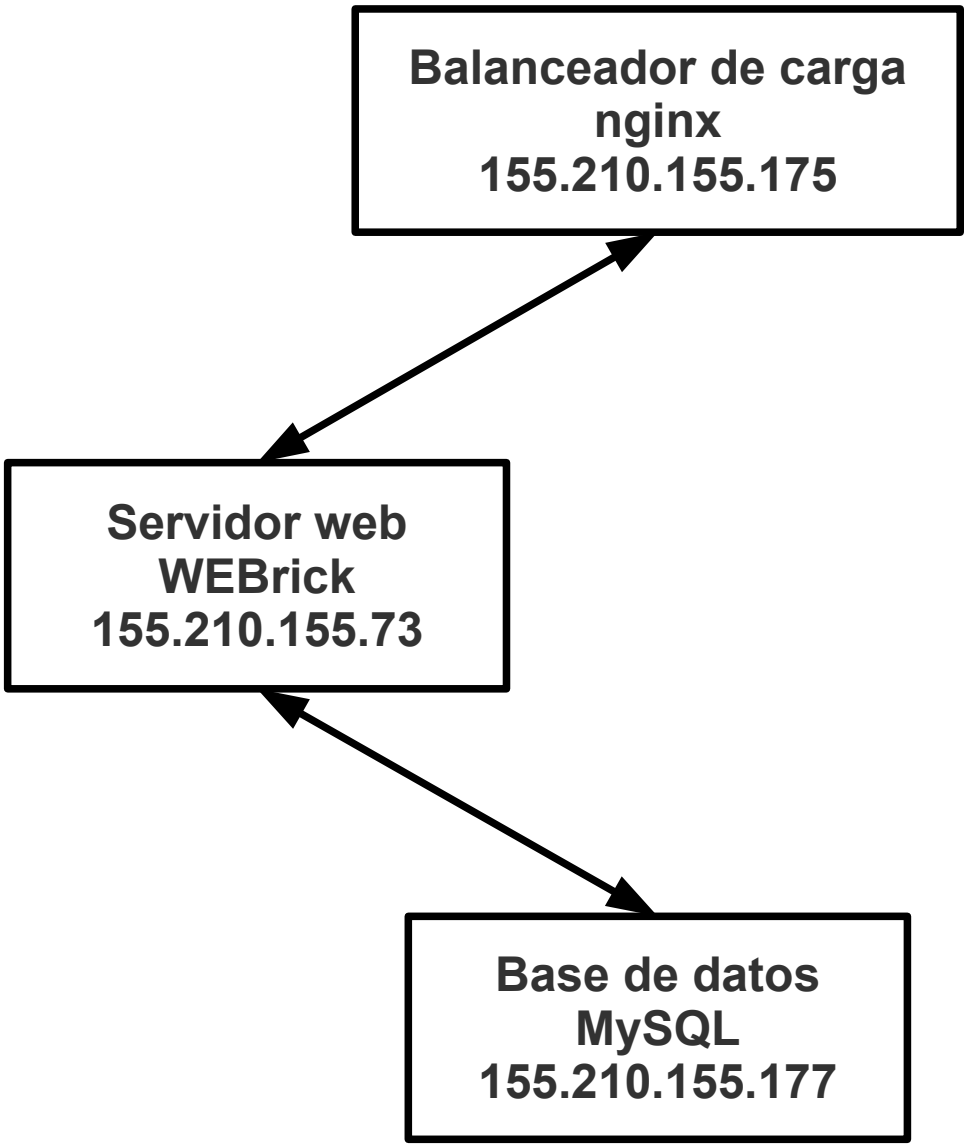
Demostración



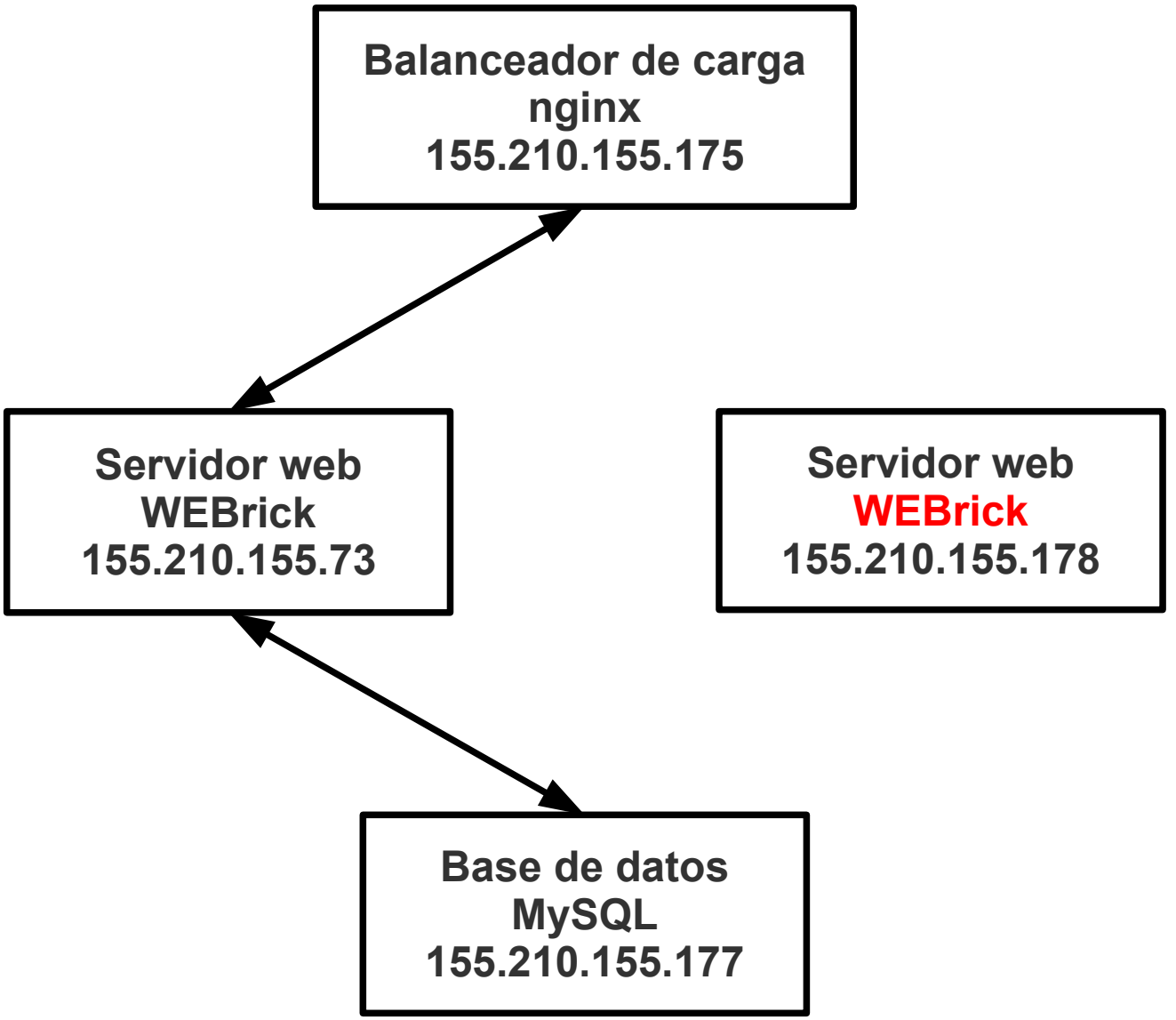
Demostración



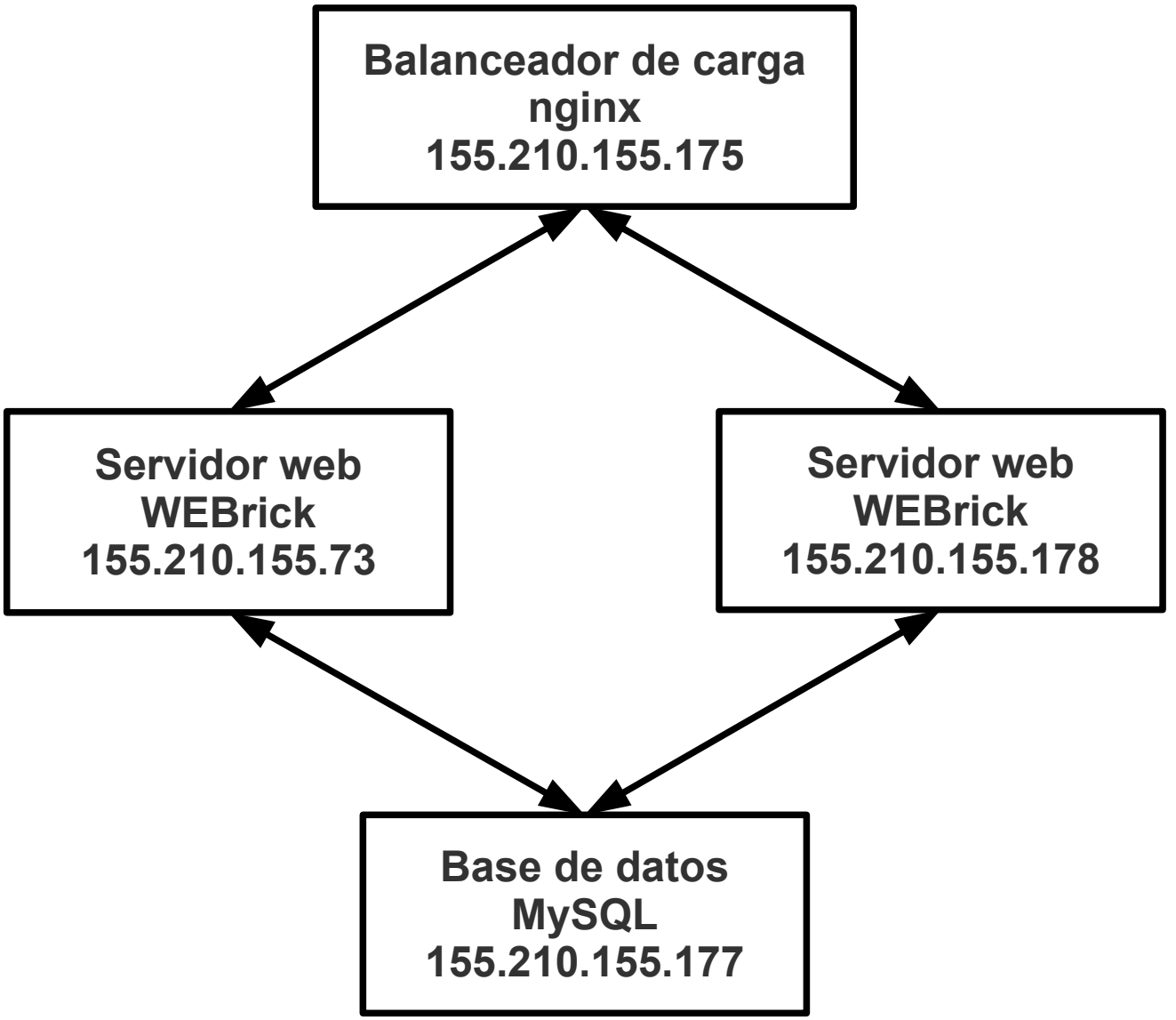
Demostración



Demostración



Demostración



Tecnologías adicionales

- MCollective: Envío inmediato de órdenes a varios nodos al mismo tiempo
- RabbitMQ: Implementación de patrón editor / suscriptor mediante sistema de mensajes
- god: Monitorización de procesos
- Web
  - nginx: Balanceador de carga
  - WEBrick: Servidor web
  - MySQL: Base de datos

Conclusiones

- Objetivo: Administración de infraestructuras distribuidas de ejecución de trabajos mediante herramientas de gestión de configuración
- Se ha creado la abstracción recurso distribuido
- Facilidad de puesta en marcha y administración de infraestructuras complejas
  - De ejecución de trabajos
  - De servicios web
- Se ha ido más allá del objetivo inicial

Trabajo futuro

- Integración dentro de la gramática de Puppet
- Uso de máquinas virtuales en Amazon, Rackspace...
- Creación de proveedores para diversos sistemas operativos

Universidad Zaragoza

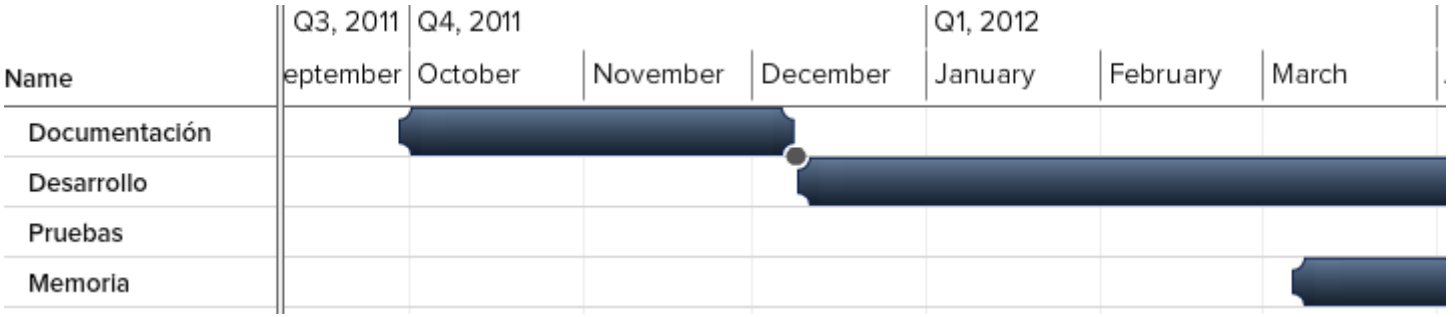
Diseño e implementación de un sistema dinámico de gestión de trabajos distribuidos en un entorno de máquinas virtuales

David Ceresuela

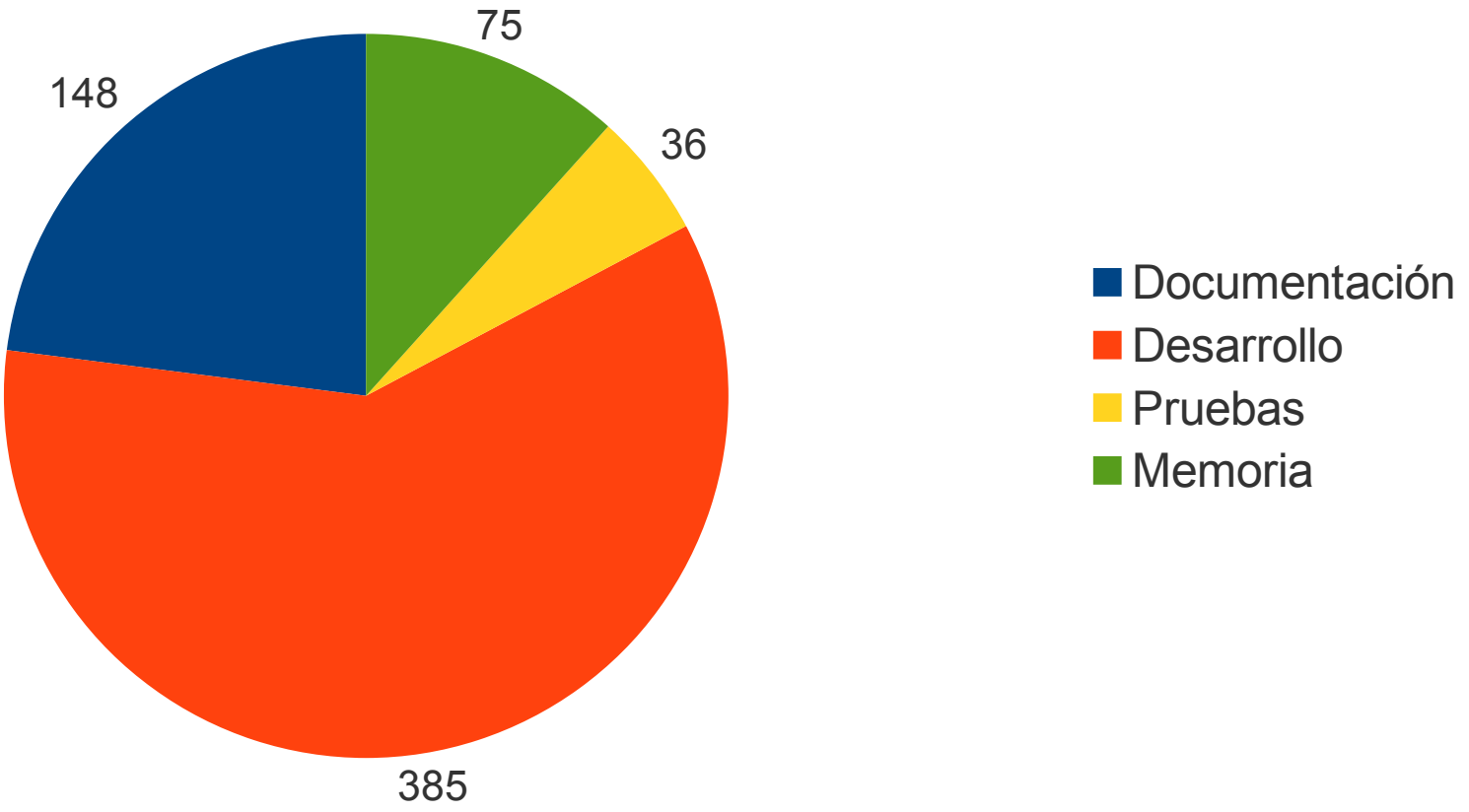
Proyecto fin de carrera – Ingeniería en Informática
Curso 2011/2012

Director: Javier Celaya

Gestión del proyecto



Gestión del proyecto



Manifiestos

```
class fich1 {
   file { 'testfile':
      path    => '/tmp/testfile',
      ensure  => present,
      mode    => 0640,
      content => "I'm a test file.",
   }
}

class fich2 {
   ...
}

...

node ‘web.domain.com’ {
   include fich1
}

node ‘db.domain.com’ {
   include fich2
}
```

Manifiestos

```
web {'myweb':
   balancer  => ["155.210.155.175", "/var/tmp/lucid-lb.img"],
   server    => ["/etc/puppet/modules/web/files/server-ips.txt",
                 "/etc/puppet/modules/web/files/server-imgs.txt"],
   database  => ["155.210.155.177", "/var/tmp/lucid-db.img"],
   vm_domain => "/etc/puppet/modules/web/files/template.xml",
   pool      => ["155.210.155.70"],
   ensure    => running,
}
```

Clase Cloud

- Puesta en marcha
  - Inicio como líder
  - Inicio como no líder
  - Inicio como nodo no perteneciente a la infraestructura
- Monitorización
  - Monitorización como líder
- Parada
  - Apagado de máquinas virtuales
  - Borrado de ficheros de gestión interna

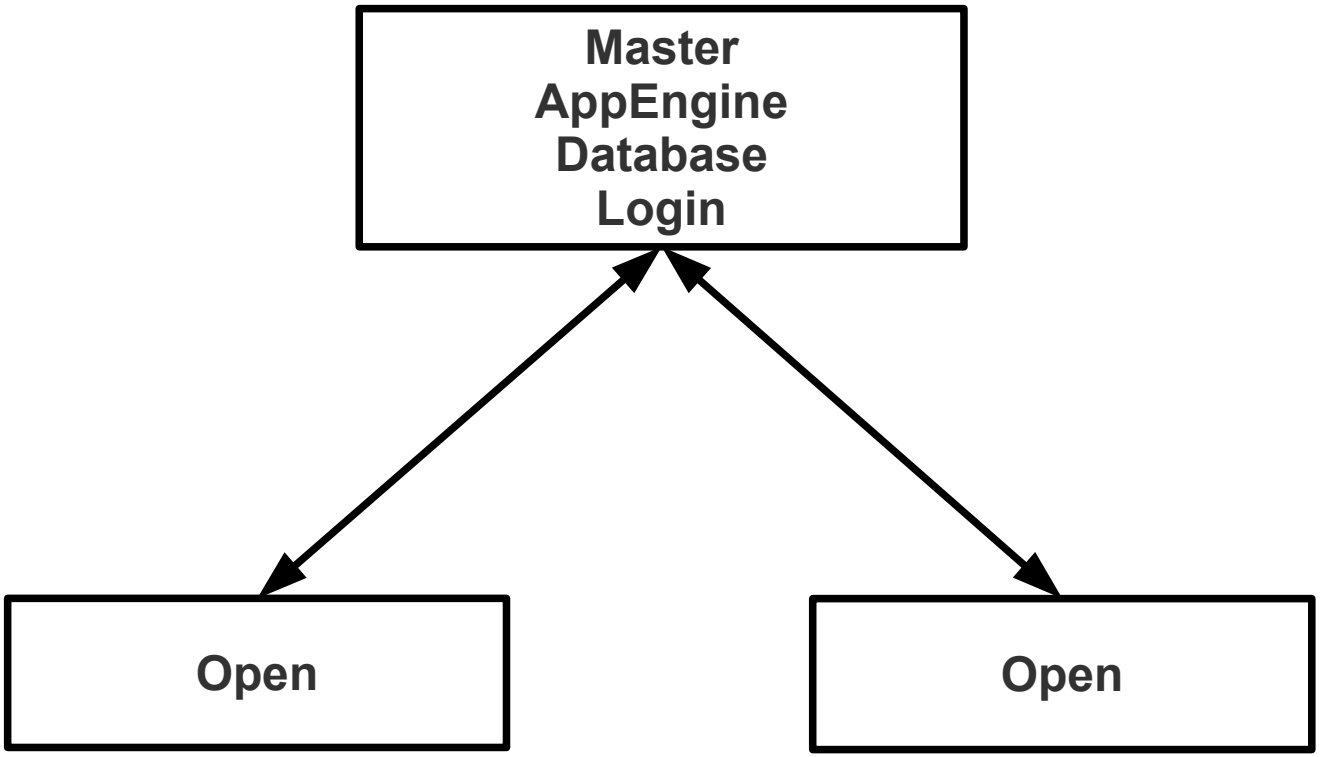
Clase Cloud

- Clase Cloud
- Módulo SSH
- Módulo Monitorización
- Clase Infraestructura (gestión infraestructura)
- Clase Elección de líder

Algoritmo de elección de líder

- Algoritmo peleón (*Bully algorithm*)
  - Todos los nodos tratan periódicamente de convertirse en el líder
  - Si hay un líder, responderá negativamente
    - ID_Lider < ID_Nodo_Cualquiera
  - Si no hay líder, el nodo con menor ID se convierte en el líder
    - ID_Nodo_23 < ID_Nodo_56
    - ID_Nodo_23 < ID_Nodo_47

Ejemplo: AppScale

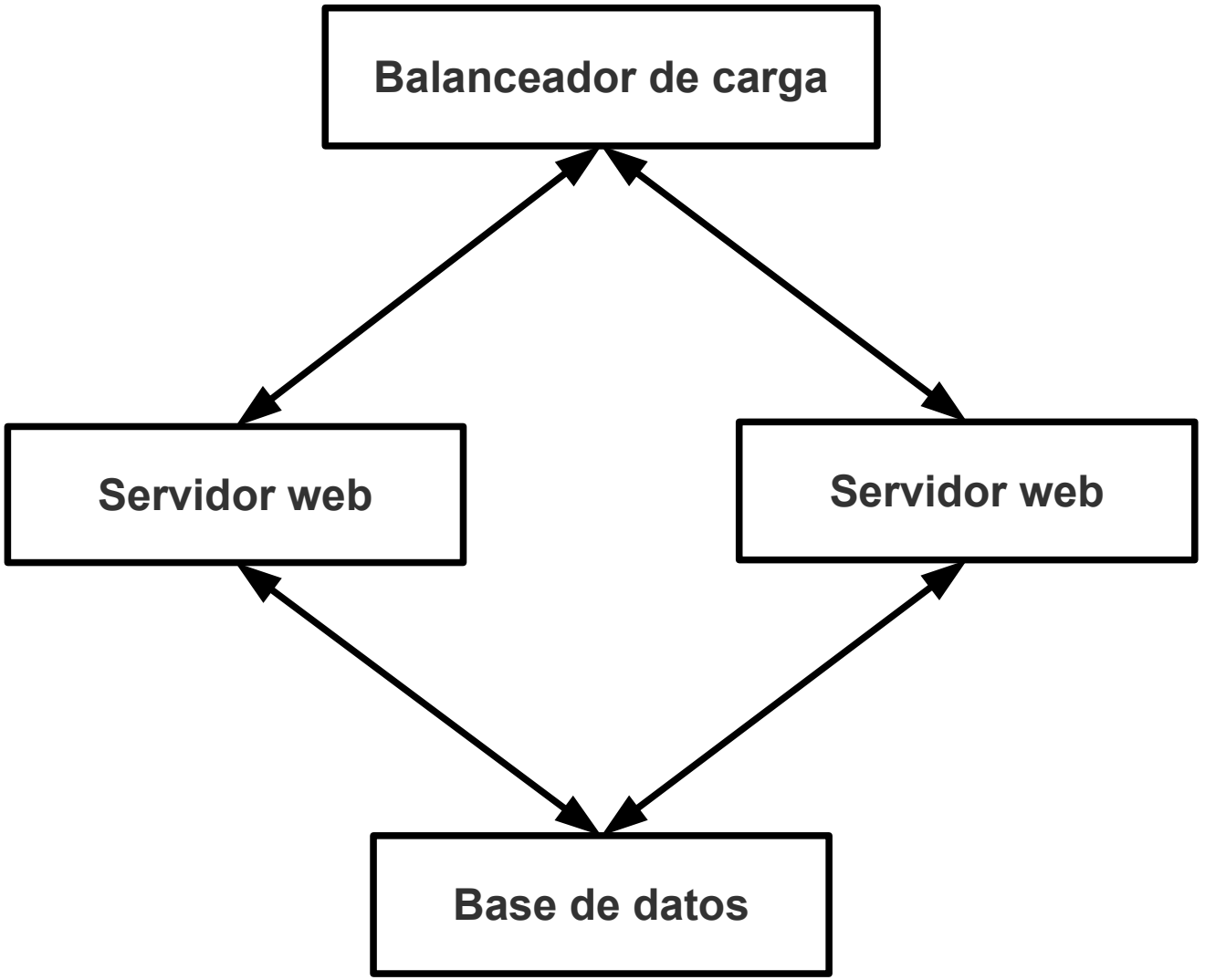


Ejemplo: AppScale

- Manifiesto:

```
appscale {'myappscale':
   master     => ["155.210.155.73","/var/tmp/lucid-app1.img"],
   appengine  => ["155.210.155.73","/var/tmp/lucid-app1.img"],
   database   => ["155.210.155.73","/var/tmp/lucid-app1.img"],
   login      => ["155.210.155.73","/var/tmp/lucid-app1.img"],
   open       => ["/etc/.../modules/appscale/files/open-ips.txt",
                  "/etc/.../modules/appscale/files/open-imgs.txt"],
   vm_domain  => "/etc/puppet/modules/appscale/files/template.xml",
   pool       => ["155.210.155.70"],
   ensure     => running,
}
```

Ejemplo: Infraestructura de servicios web de tres niveles



Ejemplo: Infraestructura de servicios web de tres niveles

- Manifiesto:

```
web {'myweb':
    balancer  => ["155.210.155.175", "/var/tmp/lucid-lb.img"],
    server    => ["/etc/puppet/modules/web/files/server-ips.txt",
                  "/etc/puppet/modules/web/files/server-imgs.txt"],
    database  => ["155.210.155.177", "/var/tmp/lucid-db.img"],
    vm_domain => "/etc/puppet/modules/web/files/template.xml",
    pool      => ["155.210.155.70"],
    ensure    => running,
}
```

Servicios web

- 3 niveles (clásico)
  - Capa de presentación: Apache
  - Capa lógica: Rails
  - Capa de persistencia: MySQL
- 3 niveles (proyecto)
  - Balanceador de carga
  - Servidor web (Presentación + Lógica)
  - Base de datos (Persistencia)

AppScale

- Roles simples
  - Shadow: Comprueba el estado en el que se encuentran el resto de nodos y se asegura de que están ejecutando los servicios que deben.
  - Load balancer: Servicio web que lleva a los usuarios a las aplicaciones. Posee también una página en la que informa del estado de todas las máquinas desplegadas.
  - AppEngine: Versión modificada de los SDKs de Google App Engine. Además de alojar las aplicaciones web añaden la capacidad de almacenar y recuperar datos de bases de datos que soporten el API de Google Datastore.
  - Database: Ejecuta los servicios necesarios para alojar a la base de datos elegida.
  - Login: La máquina principal que lleva a los usuarios a las aplicaciones App Engine. Difiere del Load Balancer en que esta es la única máquina desde la que se pueden hacer funciones administrativas. Puede haber muchas máquinas que hagan la función de Load Balancer pero sólo habrá una que haga función de Login.
  - Memcache: Proporciona soporte para almacenamiento en caché para las aplicaciones App Engine.
  - Zookeeper: Aloja los metadatos necesarios para hacer transacciones en las bases de datos.
  - Open: No ejecuta nada por defecto, pero está disponible en caso de que sea necesario. Estas máquinas son las utilizadas para ejecutar trabajos MPI.

AppScale

- Roles compuestos
  - Controller: Shadow, Load Balancer, Database, Login y Zookeeper.
  - Servers: App Engine, Database y Load Balancer.
  - Master: Shadow, Load Balancer y Zookeeper.

IaaS, PaaS, SaaS

- IaaS
  - Ofrecen recursos: CPU, red, disco duro
  - Ejemplos: Amazon EC2, Rackspace cloud
- PaaS
  - Proporcionan una infraestructura gestionada (escalabilidad, disponibilidad)
  - Ofrecen plataforma de desarrollo: lenguajes, tecnologías
  - Ejemplos: Google AppEngine, Heroku
- SaaS
  - Orientado a negocios
  - Consumición a través de la web
  - Ejemplos: Google Apps, SalesForce