Universidad de Oviedo

ES
Español

Escuela de Ingeniería Informática

Disposición (Allocation)

ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

2024-25

Jose Emilio Labra Gayo

Disposición

Relación del software con el entorno

¿Dónde se ejecuta cada componente?

- ¿Infraestructura?
- ¿Despliegue?

Disposición

- Empaquetamiento, distribución, despliegue
  - Opciones de ejecución
  - Entornos de ejecución
  - Tubería de despliegue, despliegue continuo
- Software en producción
  - Patrones para software en producción
  - Pruebas de software en producción
  - Logging & Monitorización
  - Incidentes y post-mortem
  - Ingeniería del caos

Empaquetamiento, distribución y despliegue

Empaquetamiento

Crear ejecutable a partir del código fuente

Consiste en:

- Código compilado
  - Incluso para lenguajes interpretados (Javascript): *Transpiled*, ofuscado & minimizado
- Ficheros de configuración
  - Variables de entorno
  - Credenciales, etc.
- Librerías & dependencias
- Manuales de usuario y documentación
- Scripts de instalación

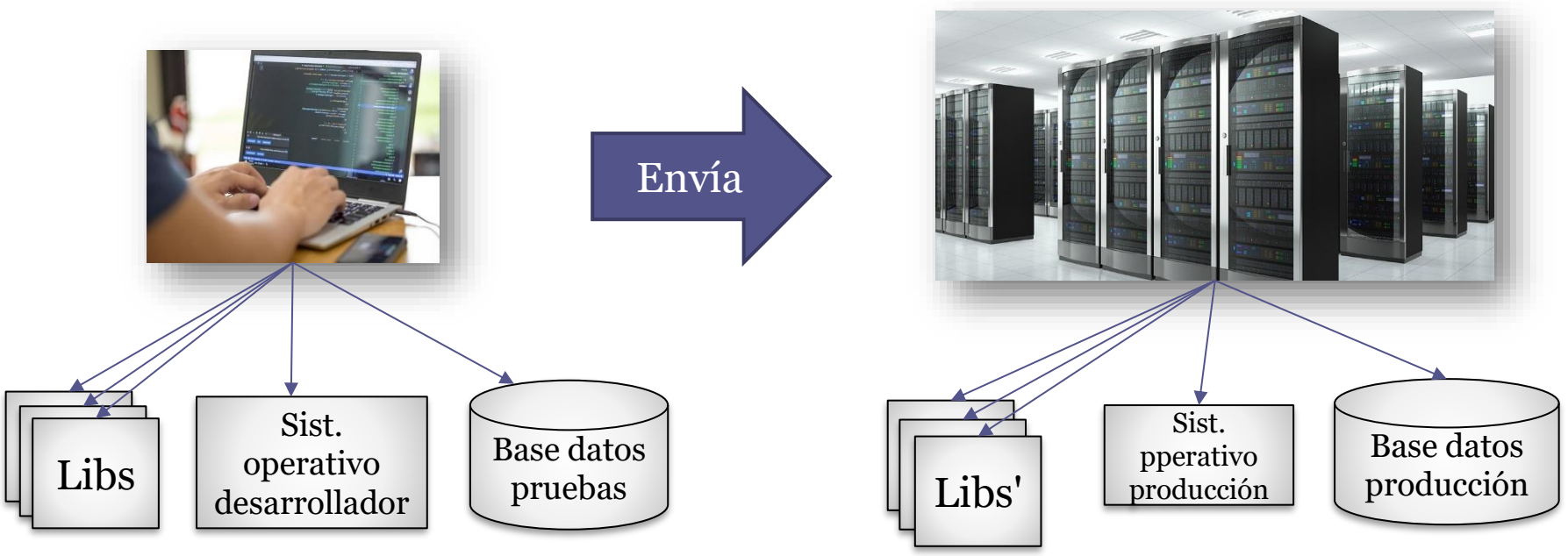
El problema de enviar software

La mayoría del software no es autónomo

Muchas dependencias

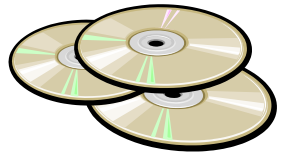
- Librerías, librerías compartidas, sist. operativo...

Entorno desarrollo ≠ Entorno de producción



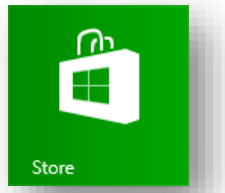
Canales de distribución

- Distribución tradicional
  - CDs, DVDs, ...
- Basada en Web
  - Descargas, FTP, ...
- Mercados de aplicación
  - Paquetes Linux
  - Almacenes de aplicaciones
    - AppStore,
    - Google Play,
    - Windows Store



App Store

Google play



Despliegue

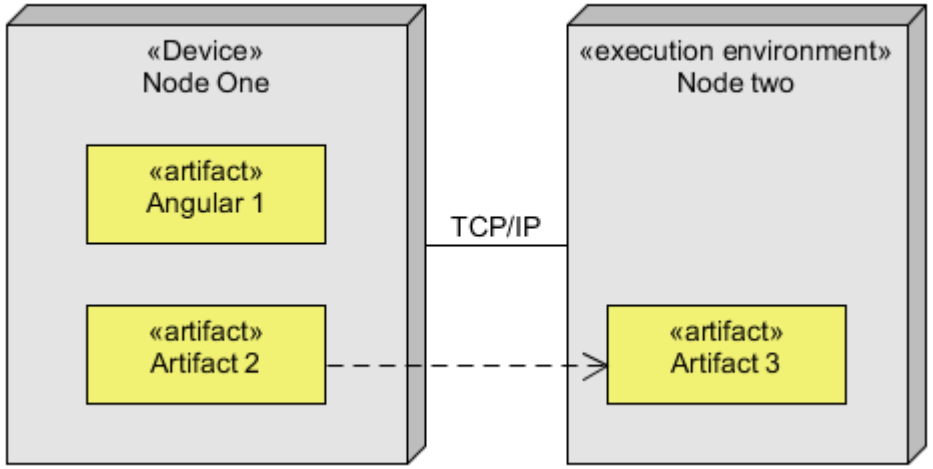
Punto de vista de despliegue

UML proporciona diagramas de despliegue

Artefactos asociados con nodos computacionales

2 tipos de nodos:

- Nodo dispositivo (Device)
- Nodo de entorno de ejecución



Opciones de ejecución de software

Centro de datos (*On-premises*)

Cloud computing

Edge computing

Fog computing

Computación *on premises*

Software se ejecuta en el edificio

Instalaciones del cliente/centro de datos

Ventajas

Más control del hardware

Actualizaciones, personalización

Seguridad

Cuando está bien configurado

Retos

Requiere inversion de hardware

¿Qué hardware se necesita?

¿Retorno de la inversión?

Costes mantenimiento

También de licencias, espacios,...

Habilidades de aministración de sistemas

Computación en la nube

Recursos computacionales bajo demanda

Software as a service (SaaS)

Ventajas	Retos
No requiere inversión inicial	Seguridad
Menos caro	Dependencia proveedores de la nube
Acceso a hardware caro	Costes variables (posibles sorpresas)
No se requieren habilidades de administración de sistemas	Requiere otras habilidades: configuración

Metáfora mascota (pet) vs ganado (cattle)

Hace tiempo tratábamos a nuestros servidores como mascotas, por ejemplo, Bob el servidor de correo. Si Bob se cae, todo el mundo se pone a arreglarlo. El presidente no puede leer su correo y es el fin del mundo. En la nueva forma, los servidores son numerados, como si fuesen Ganado. Por ejemplo, www001 a www100. Cuando un servidor se cae, se aparta, se dispara y se sustituye por otro..

Servidor
"mascota"

Servidores
"Ganado"

Único e irremplazable
Gestionado mediante GUI
Gestión artesanal
Reservado para nosotros
Escalado hacia arriba
. . .

Desechable, uno entre muchos
Manejado mediante API
Automatizado
Bajo demanda
Escalado hacia afuera
. . .

Más información: http://cloudscaling.com/blog/cloud-computing/the-history-of-pets-vs-cattle/

Edge computing

Computación realizada en los dispositivos del usuario

- Los dispositivos conectados procesan datos más cerca de donde se crean los datos
- Ejemplo: IOT, Coches conectados, ...

Ventajas

Respuesta más rápida (tiempo real)
Almacenamiento de datos Micro
Visualización en las instalaciones
Independencia (no requiere red)

Retos

Menos poder computacional
No puede acceder a datos necesarios
Desarrollo de sistemas empotrados

Fog computing

Computación en nodos intermedios

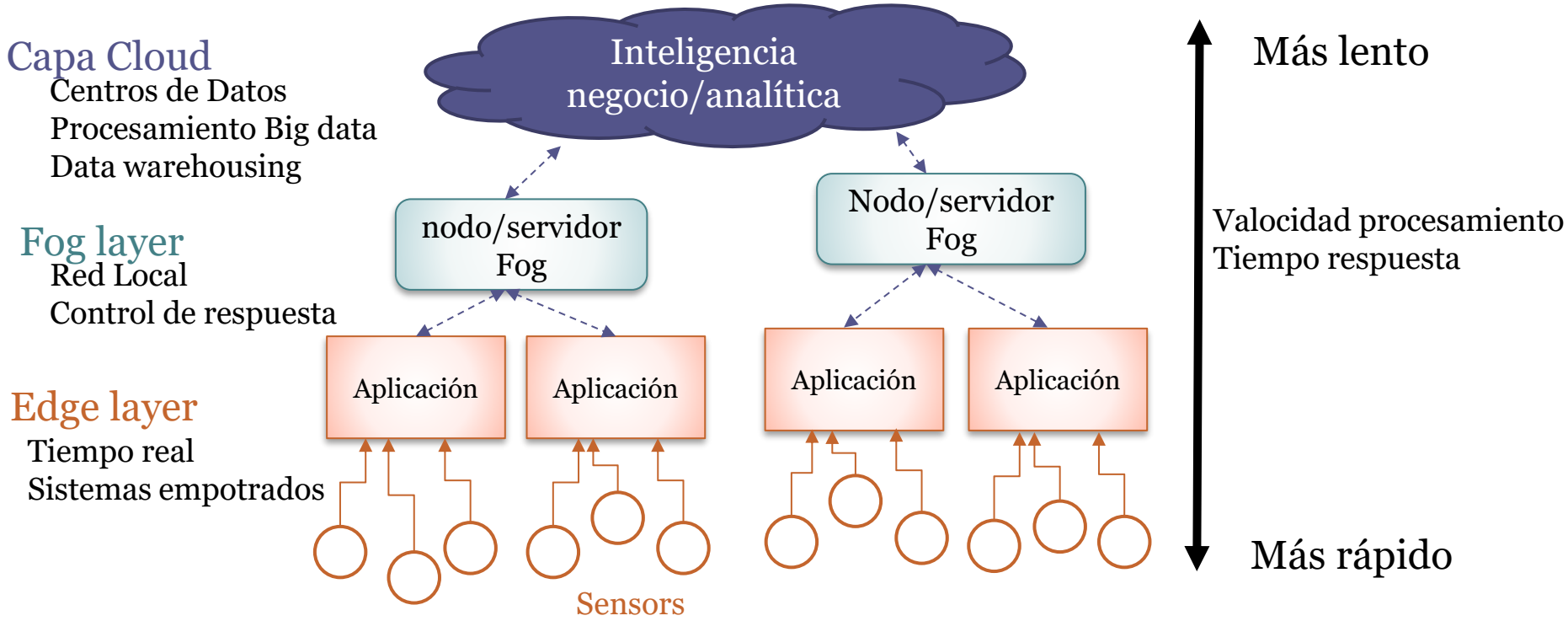
Red área local

Ventajas

Red local
Control de respuesta

Retos

Complejidad
Seguridad



Entornos de ejecución

- ¿Dónde se ejecutará el software?
- ¿Qué dependencias tiene?
  - Sistema operativo
  - Librerías compartidas
- Varias opciones
  - Máquinas físicas
  - Máquinas virtuales
  - Contenedores

Máquinas físicas

Múltiples posibilidades

- Ordenador convencional
- Super-computadores
- Granjas de servidores
- Dispositivos usuario final

Supercomputador Marenostrum 4 (2017)
Fuente: Wikipedia

Ventajas

Control
Rendimiento

Retos

Fiabilidad
Portabilidad

Máquinas virtuales de sistema

Emulación aislada de máquina real

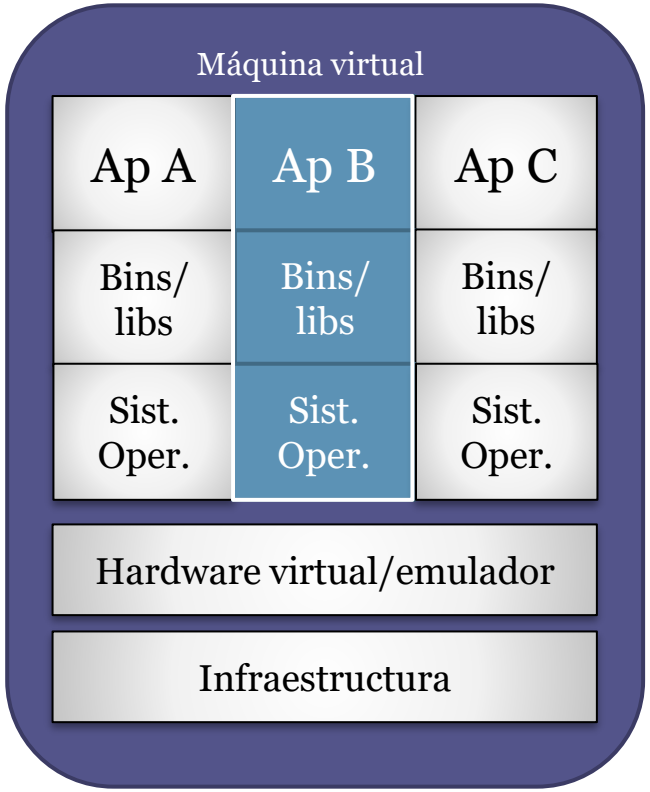
- Emulador hardware virtual
- Permiten ejecutar múltiples sistemas operativos en una máquina

Ejemplos: VMWare, Virtualbox, ...

Máquinas virtuales

Ejecución de aplicaciones en máquinas virtuales

Requieren sistema operativo + librerías



Ventajas

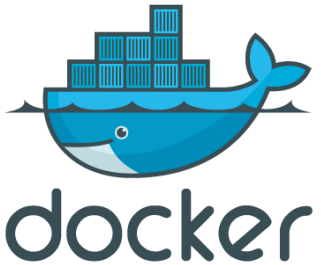
Portabilidad
Independencia
Emular máquinas completas

Retos

Consumo de recursos
Tiempos de arranque
Menos rendimiento que máquina real
Pueden ocupar mucho espacio
Cada máquina virtual require su propio sist. operativo invitado

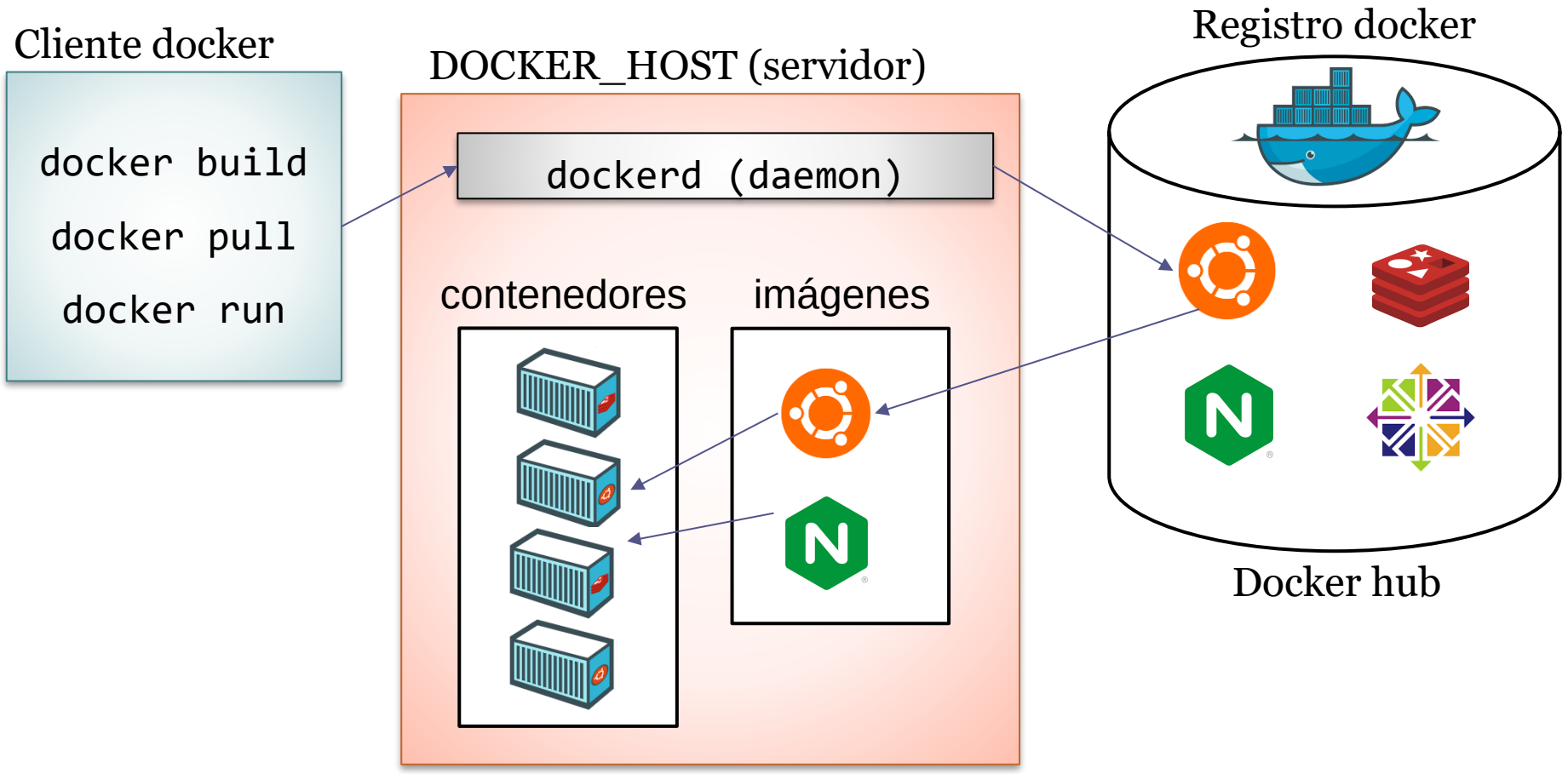
Contenedores y docker

- Virtualización a nivel de sistema operativo
  - Múltiples servidores aislados ejecutan en un servidor
  - El mismo kernel de sist. operativo implementa los servidores invitados
    - Requiere aislamiento de procesos completo a nivel de núcleo de sist. operativo
- Docker (comienza en 2011) soporta contenedores
  - Varias partes
    - Especificación descripciones contenedores (imágenes)
    - Plataforma ejecución contenedores
    - Registro contenedores (Docker-hub)



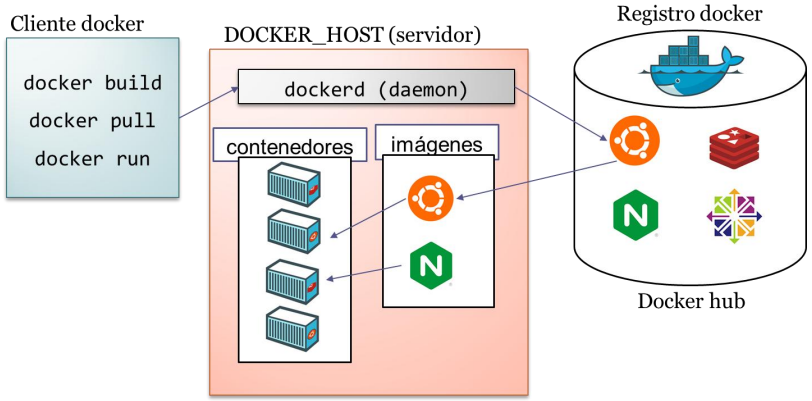
Arquitectura alto nivel docker

Arquitectura cliente-servidor



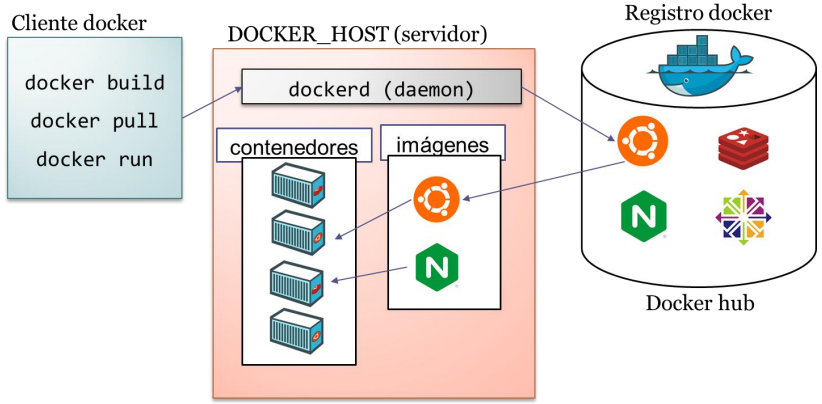
Imágenes Docker

- Imagen contenedor = plantilla de solo lectura con instrucciones para crear un contenedor
  - Lenguaje dominio específico
  - Habitualmente en un *Dockerfile*
- Arquitectura en capas
  - Una imagen suele basarse en otra imagen + alguna personalización
  - Cada instrucción crea una capa en la imagen
  - Reutilización capas inferiores



Contenedores docker

- Instancia de una imagen ejecutable
- Los contenedores suelen estar aislados
  - De otros contenedores
  - De la máquina anfitrión
- Es posible configurar el aislamiento
  - Volúmenes de datos, red, ...

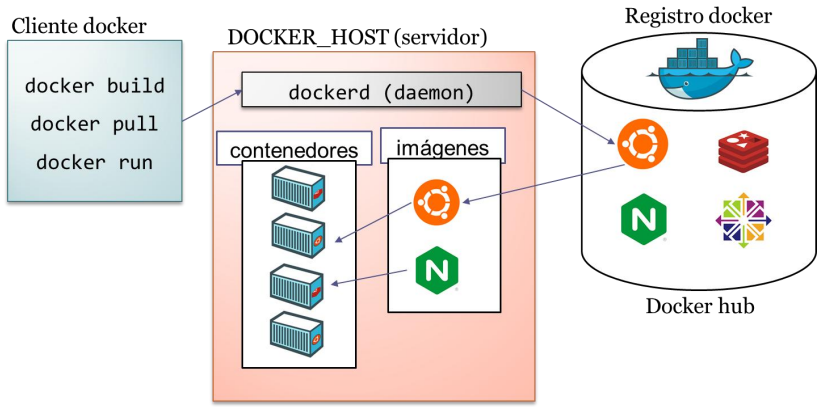


Registro Docker

Base de datos de imágenes de contenedores

Docker Hub es un registro público (utilizado por defecto)

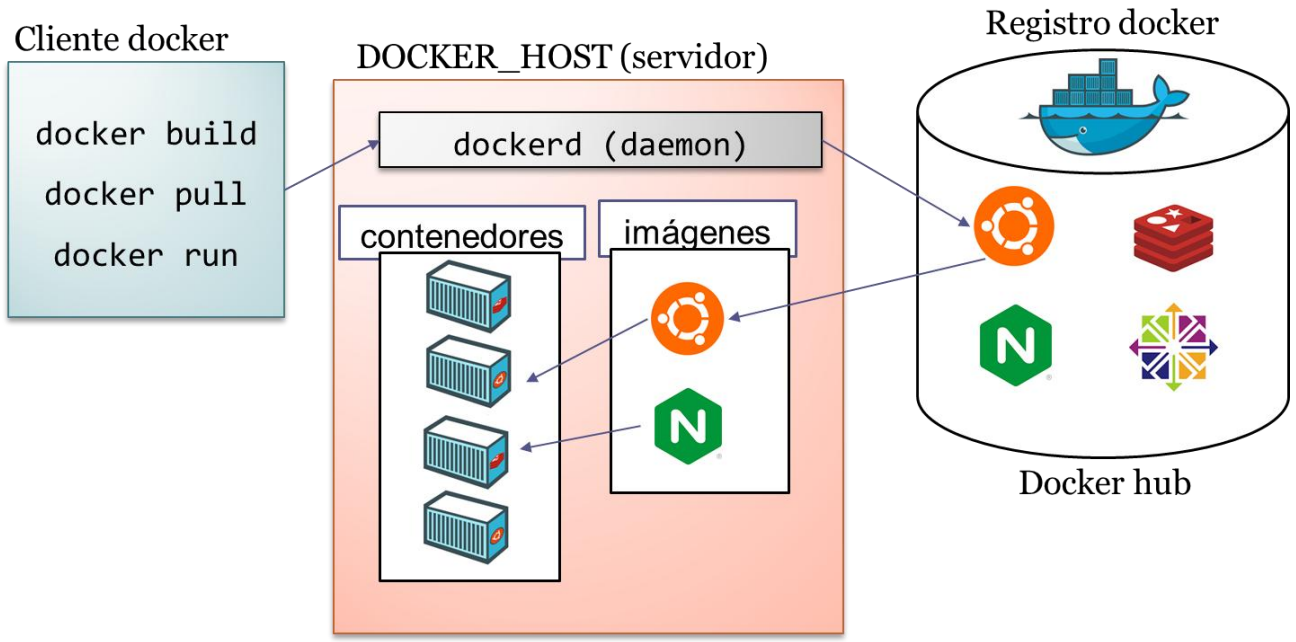
Es possible utilizar registros privados



Cliente docker

Comando `docker`

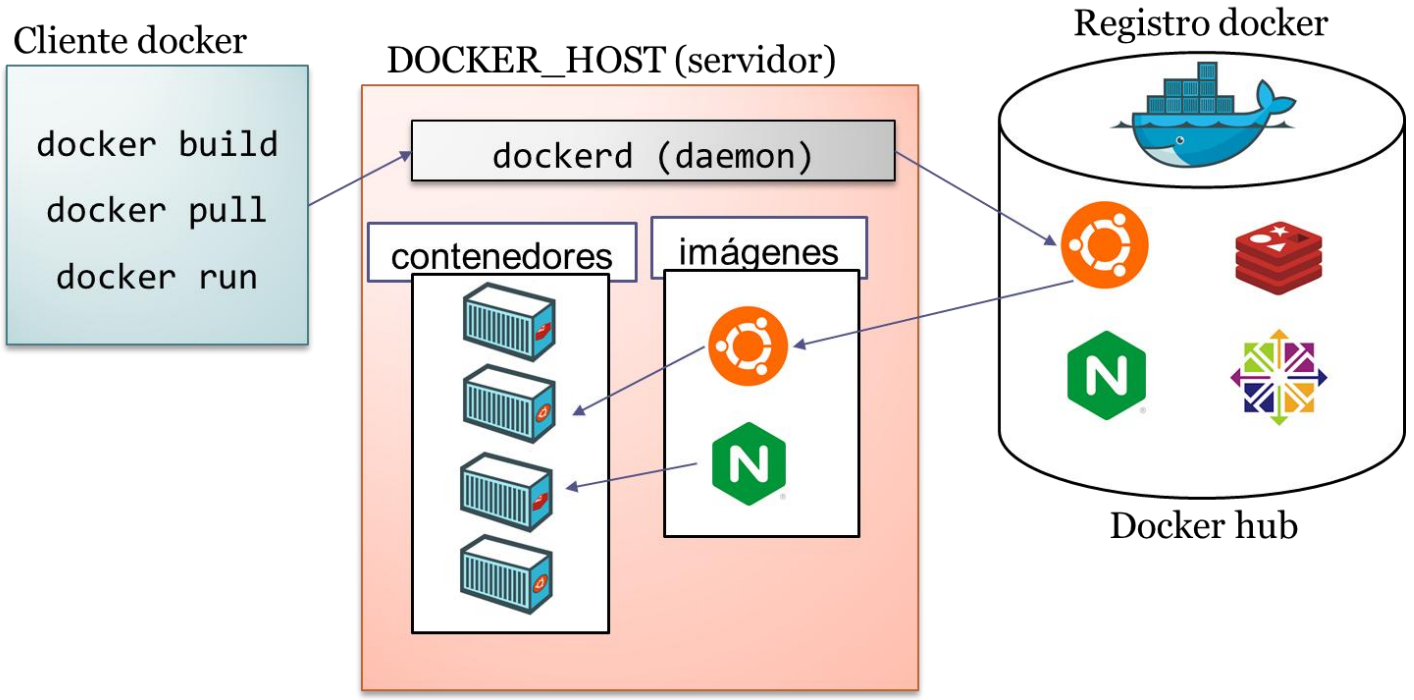
- Se comunica con el daemon docker utilizando el API
- Comandos típicos: docker pull, docker run, ...



Daemon docker

El daemon docker (`dockerd`) escucha peticiones del API y gestiona imágenes y contenedores

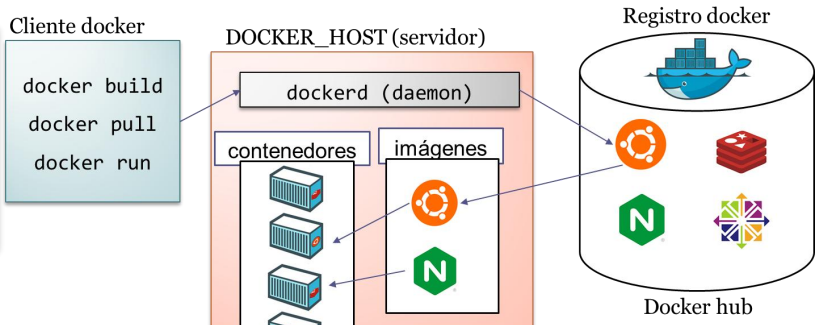
- También puede comunicarse con otros demonios

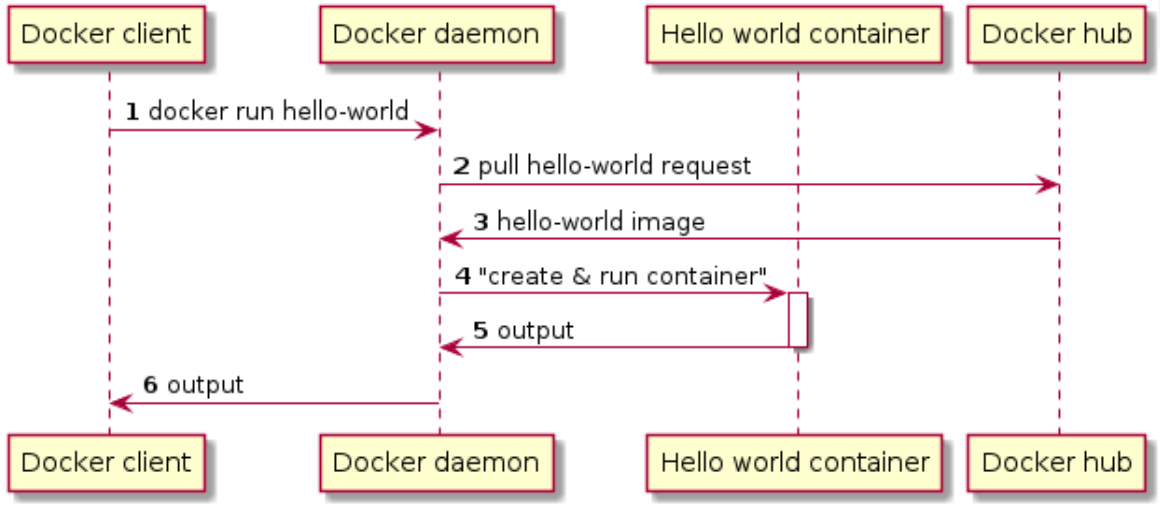


Ejemplo docker

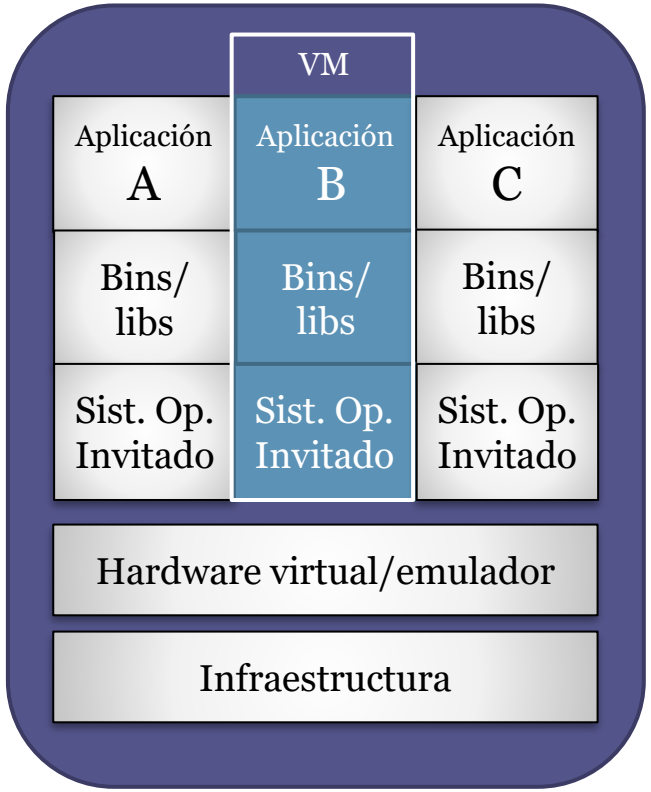
Diagrama de secuencia para ejemplo hello-world

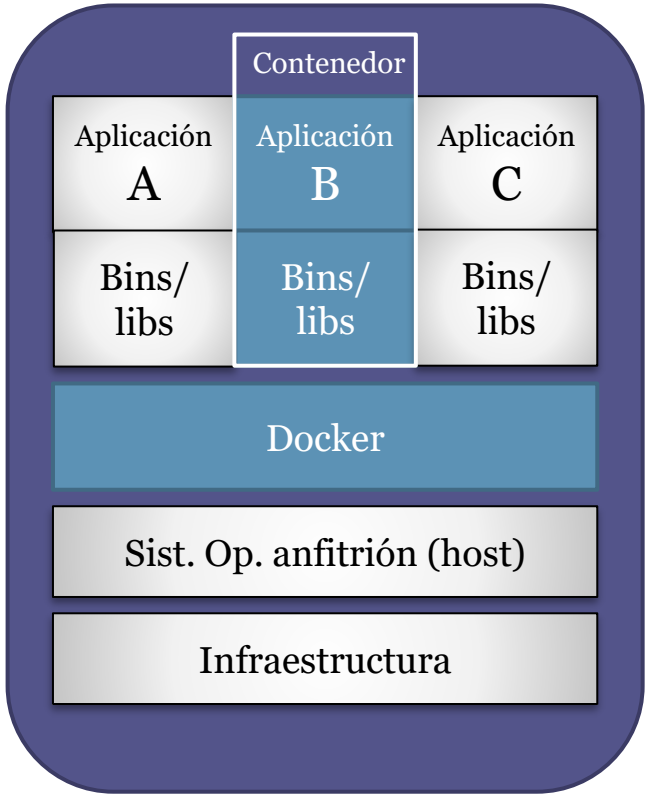
```
$ docker run hello-world
Unable to find image 'hello-world:latest' locally
latest: Pulling from library/hello-world
1b930d010525: Pull complete
Digest: sha256:f9dfddf63636d84ef479d645ab5885156ae030f...
Status: Downloaded newer image for hello-world:latest
```





Máquinas virtuales vs Contenedores





Consecuencias dontenedores

Ventajas

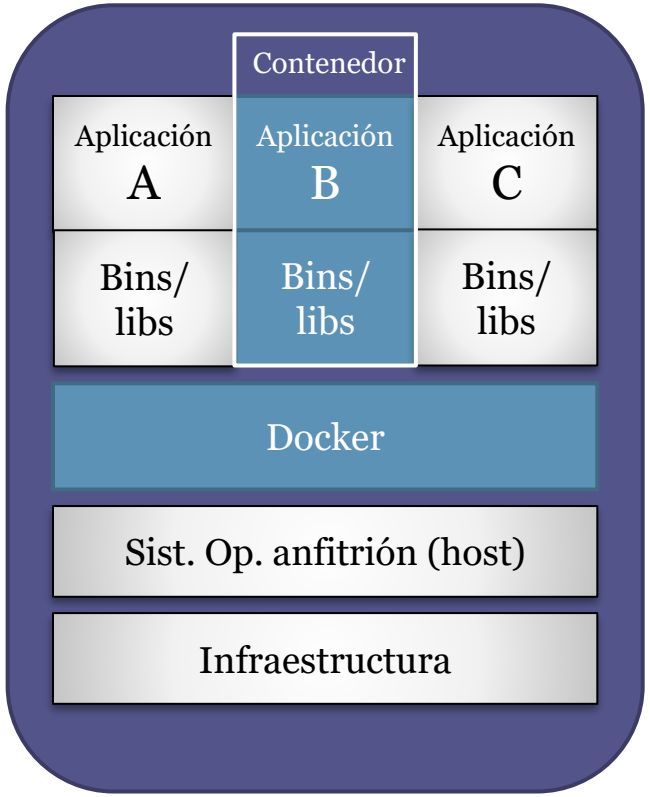
Consistencia, portabilidad
Fácil de desplegar
Aislamiento
Rendimiento
- Menos espacio que máquinas virt.
- 1000s de contenedores

Arquitectura inmutable
- Configuración declarativa
- Infraestructura como código

Automatización

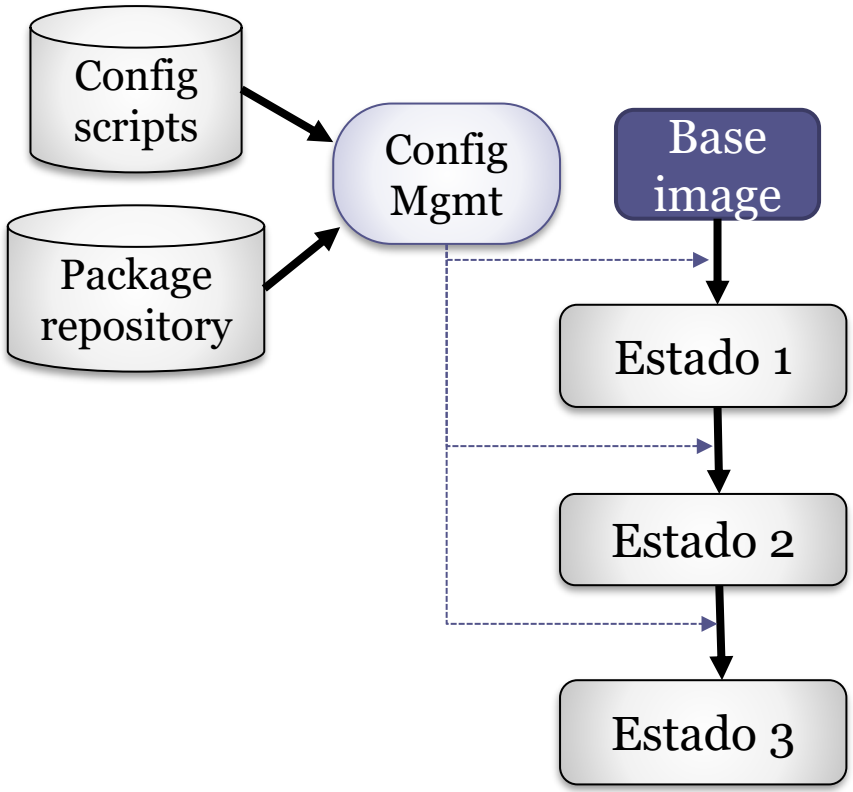
Retos

Orquestación
Persistencia más compleja
Aplicaciones gráficas
Dependiente de plataforma (Linux)

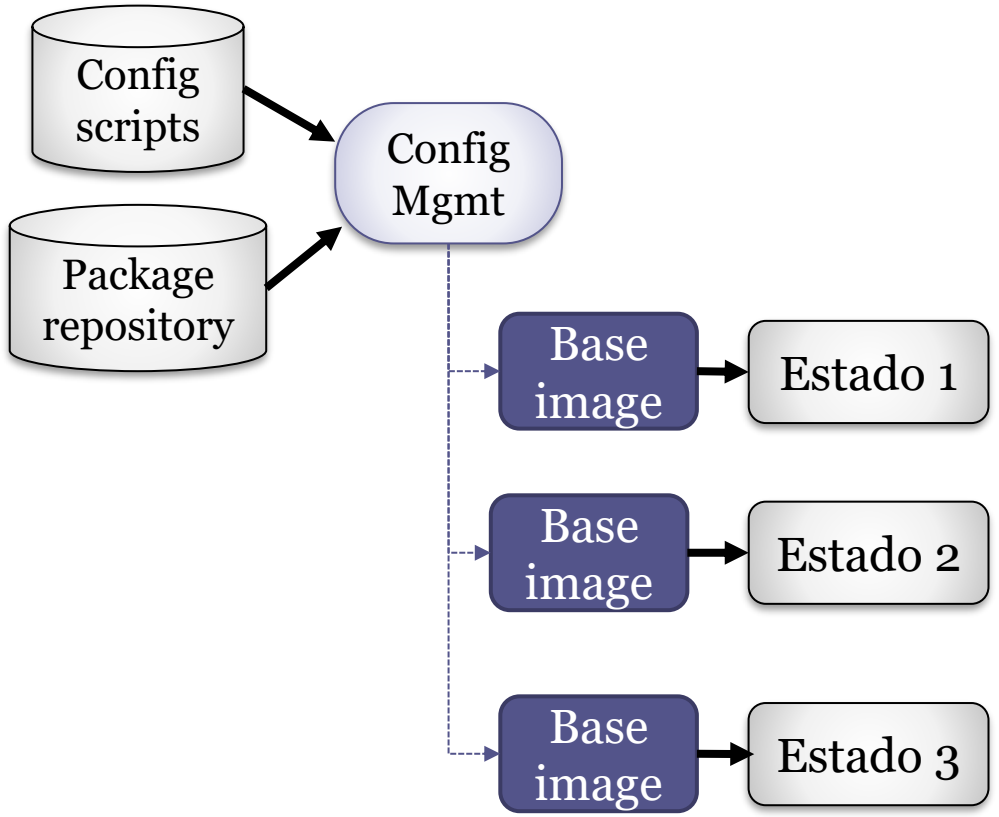


Infraestructura mutable vs inmutable

Infraestructura mutable

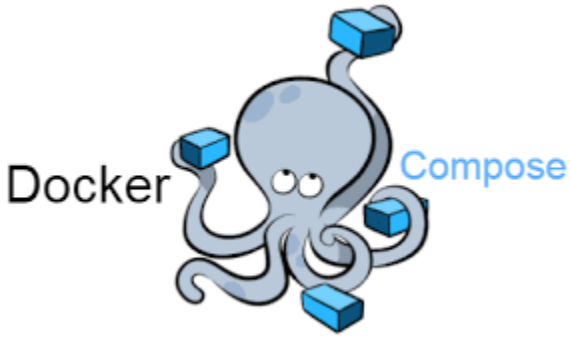


Infraestructura inmutable



Gestor contenedores

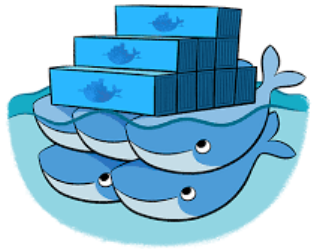
- Docker-compose = herramienta para definir y ejecutar múltiples aplicaciones contenedores
  - Fichero configuración YAML (docker-compose.yml)
- Con un commando simple, crea y arranca todos los servicios a partir de una configuración multi-contenedor
- Docker-compose suele trabajar en un host sólo



Orquestación contenedores

- Gestión automática de clusters de contenedores
  - Características típicas:
    - Balanceo de carga, ciclo vida contenedores, suministro,...
- Kubernetes
  - Desarrollado inicialmente en Google, luego CNCF
  - Marco sistemas distribuidos
  - Los cluster consisten en pods, despliegues y servicios
  - Disponible en la mayoría de proveedores de la nube

- Docker swarm
  - Desarrollado por Docker
  - Puede considerarse un "modo" de ejecutar docker



Despliegue

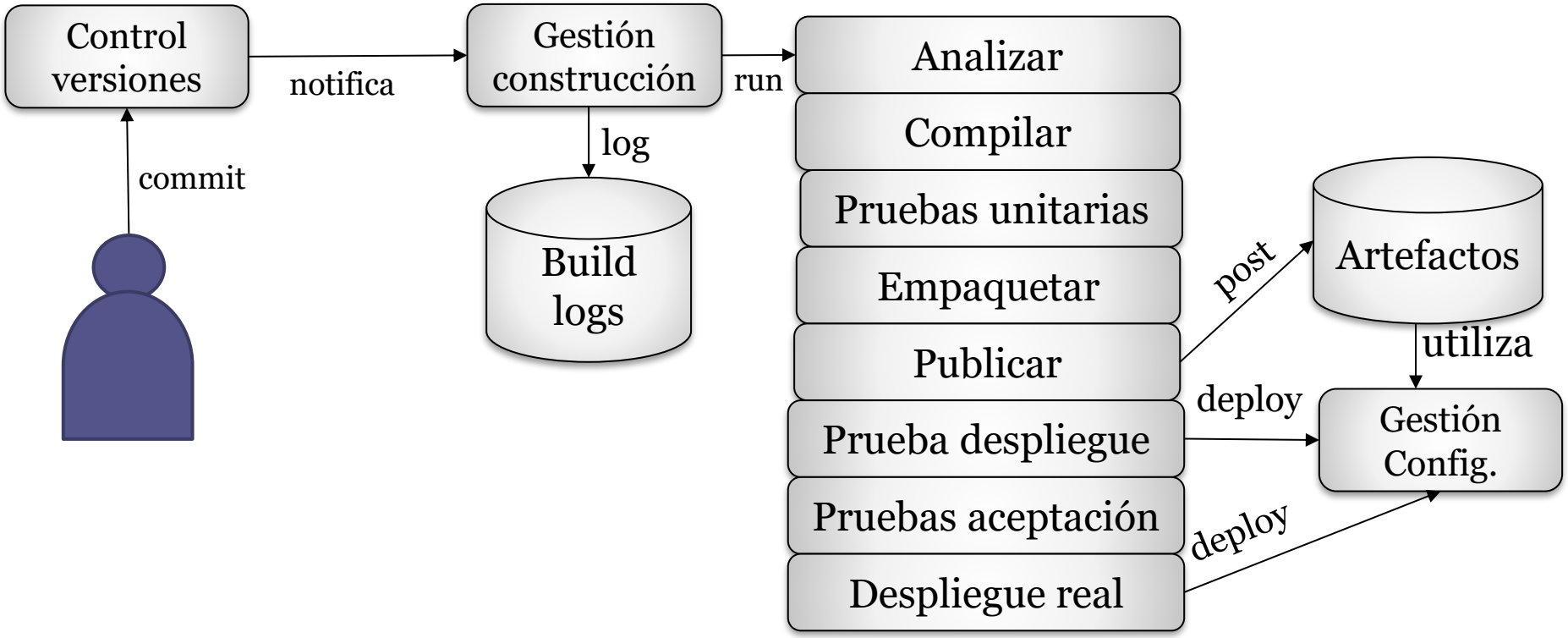
Canal de despliegue

Implementación automatizada del proceso de construcción, despliegue, pruebas, y publicación

Objetivos

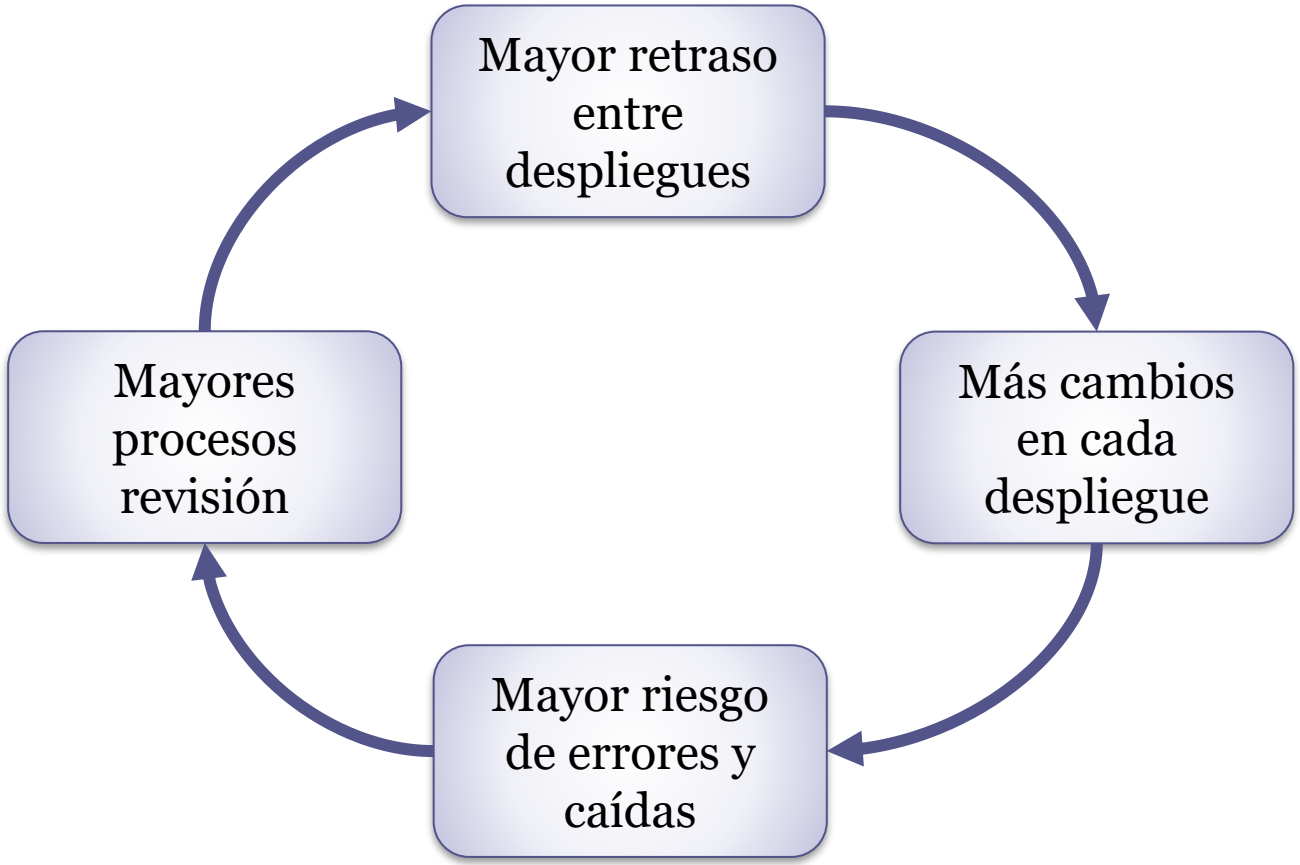
- *Crear entornos de ejecución bajo demanda*
- *Resultados predecibles, rápidos, repetibles y fiables*
- *Entornos de ensayo y producción consistentes*
- *Bucles de realimentación rápidos para reaccionar*
- *Hacer que los días de publicación de releases no tengan riesgo (que incluso sean aburridos)*

Deployment pipeline



Despliegue manual

Círculo vicioso de tamaño y riesgo de despliegue



Despliegue continuo

"Si duele, hazlo más a menudo"

En el límite: "Hazlo continuamente"

Ejecutar el canal de despliegue en cada *commit*

Fase final: despliegue en producción

- Posibilidades
  - Confirmación por algún humano antes de ir a producción
  - Despliegue automático en producción
  - Despliegue en producción marcado por alguna etiqueta
- Compromiso
  - Coste de avanzar más rápido vs coste de errores en producción

Despliegue continuo

- Patrones
  - Infraestructura como código
  - Mantener todo en control de versiones
    - Código
    - Configuración
    - Esquemas de datos
    - Documentación
  - Alinear desarrollo y operaciones (DevOps)
- Herramientas:
  - Ansible, Chef, Puppet,…
- Mejores prácticas: 12 factores (siguiente)

12 factores https://12factor.net/

I. Código base (Codebase): Un código base sobre el que hacer el control de versiones y múltiples despliegues
II. Dependencias: Declarar y aislar explícitamente las dependencias
III. Configuraciones: Guardar la configuración en el entorno
IV. Backing services: Tratar a los “backing services” como recursos conectables
V. Construir, desplegar, ejecutar: Separar completamente la etapa de construcción de la etapa de ejecución
VI. Procesos: Ejecutar la aplicación como uno o más procesos sin estado
VII. Asignación de puertos: Publicar servicios mediante asignación de puertos
VIII. Concurrencia: Escalar mediante modelo de procesos
IX. Desechabilidad: Hacer sistema más robusto intentando conseguir inicios rápidos y finalizaciones seguras
X. Paridad en desarrollo y producción:
Mantener desarrollo, preproducción y producción tan parecidos como sea posible
XI. Historiales: Tratar historiales como una transmisión de eventos
XII. Administración de procesos:
Ejecutar tareas gestión/administración como procesos que solo se ejecutan una vez

Software en producción

Atributos de calidad en producción

Configurabilidad
- Personalizar el sistema sin recompilarlo

Observabilidad
- Monitorizar estado interno del sistema

Disponibilidad
- Probabilidad que el sistema funcione en un tiempo t

Estabilidad
- Producir disponibilidad a pesar de faltas y errores

Fiabilidad
- Probabilidad que un sistema produzca salidas correctas después de algún tiempo t

Configurabilidad

- Muchas propiedades configurables
  - Hostname, nº puerto, localizaciones en sistema ficheros, IDs, nombres usuario, passwords, etc.
- Ficheros configuración = interfaz entre desarrolladores y operaciones
  - Deberían ser legibles por humanos y procesables automáticamente
  - Ejemplos: XML, JSON, YAML, ...
- Pueden contener información sensible
  - Separados de código fuente

Logging

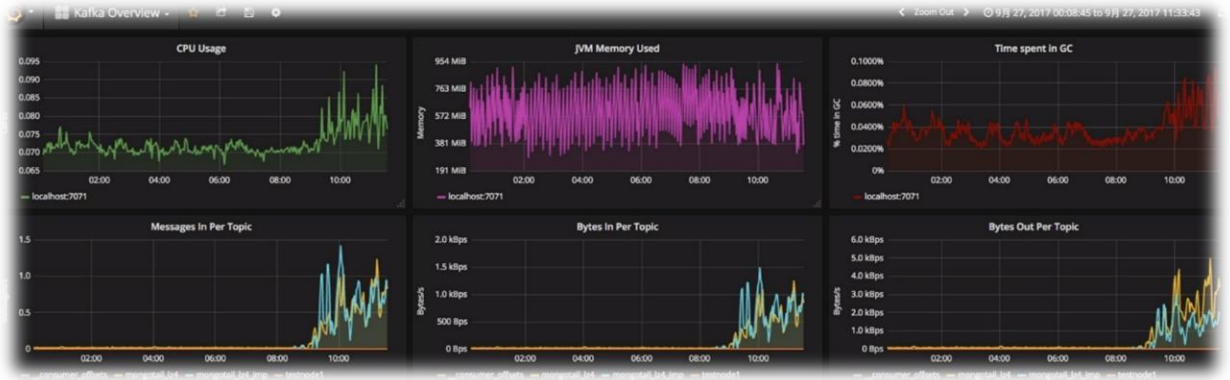
- Logging es universal y fácil de generar
  - Tecnología de caja blanca (integrado en código fuente)
    - Muestran actividad y pueden persistir fácilmente
    - Legibles por humanos
- Localizaciones de los log
  - Separar logs de código fuente
- Niveles de Logging
  - Encontrar un buen balance entre demasiado ruido y silencio
  - Cualquier cosa marcada como "ERROR" ó "SEVERE" debería requerir acción
  - Importante: deshabilitar logs de depuración en producción

Monitorización

Monitorizar: Observar el comportamiento en tiempo de ejecución mientras el Sistema funciona

- Sistemas base datos series temporales
- Visualizaciones series y cuadros de mandos
  - Prometheus, Graphite, Grafana, Datadog, Nagios, ...
- Chequeos de salud

Profiling: Medir rendimiento de un software mientras se ejecuta



Datos en producción

- Replicación de datos y alta disponibilidad
- Asegurar backup y restauración
- Esquemas base datos en control de versiones
  - Gestión de peticiones de cambios
  - Migración de datos
- Purga de datos (data purging)
- Datos sensibles en producción
  - Inaccesibles a desarrolladores
  - Encriptados
  - . . .

Problemas en sistemas

Falta (fault):

Estado interno incorrecto, iniciado por un defecto o inyectado

Error:

Operación incorrecta observable

Fallo (failure):

Falta de disponibilidad. Sistema que no responde

Reacciones en cadena

Ley de los sistemas grandes

Los sistemas grandes existen en un estado de fallo parcial continuo

Corolario:

"Todo está funcionando" es una anomalía

Importante:

Evitar propagación de faltas

Source: "Airplane" film
https://www.imdb.com/title/tt0080339/

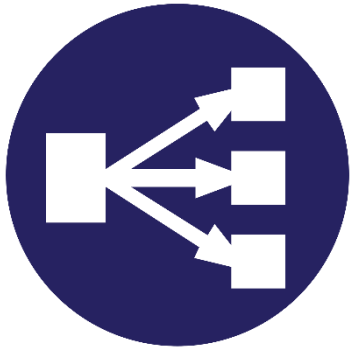
Patrones en producción

- Load balancing
- Timeouts
- Circuit breakers
- Bulkheads
- Steady state
- Fail fast
- Let it crash
- Handshaking
- Test harnesses
- Decoupling middleware
- Create backpressure
- Governor

Some libraries: https://resilience4j.readme.io/

Load balancing

- Distribuir peticiones entre varias instancias
- Objetivo: servir todas las peticiones correctamente en el tiempo más corto posible
- Decisiones a tomar:
  - Algoritmos de balanceo de carga
  - Qué chequeos de salud realizar en las instancias
  - Qué hacer cuando ninguna instancia está disponible
  - Sincronización entre instancias
- Balanceadores de carga
  - Hardware/Software

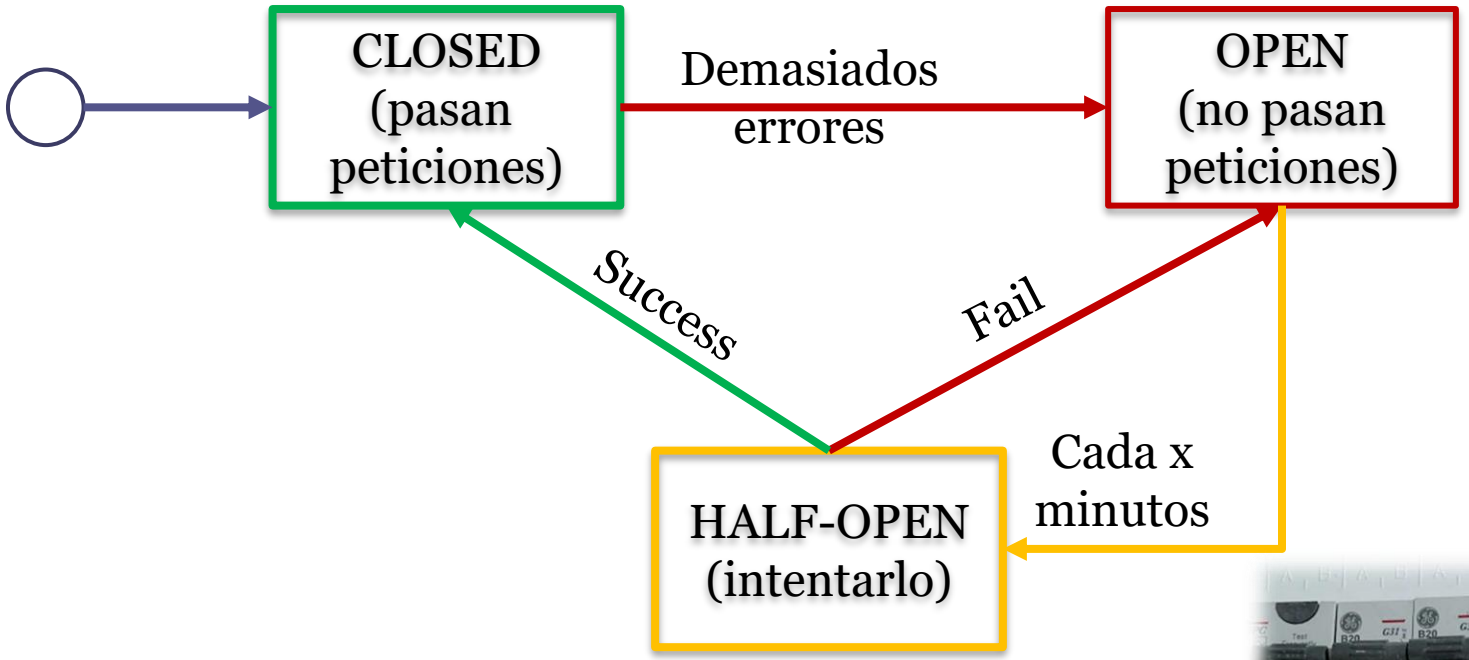


Timeouts

- Añadir un limitador temporal a peticiones
  - Proporciona aislamiento de faltas
    - Un problema en algún otro servicio no debería ser un problema nuestro
- *Timeouts* normalmente van seguidos de reintentos
  - Los reintentos pueden empeorar las cosas
    - La situación no suele recuperarse automáticamente
    - El consumidor espera más tiempo
  - A veces, es mejor fallar rápido

Circuit breaker

Inspirado en fusibles eléctricos

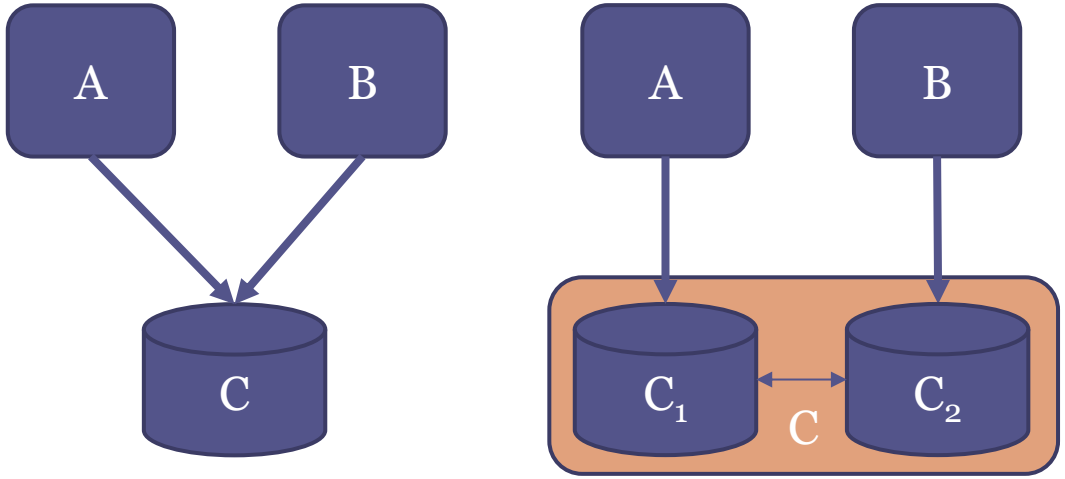


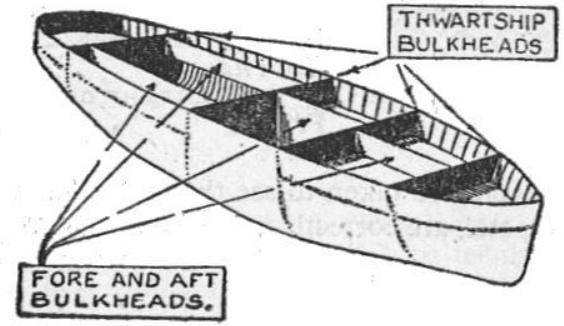
Bulkheads

"Contener el daño" (salvar parte del barco)

Si un componente se rompe, el sistema puede funcionar

Ejemplo: replicar instancias en la nube





Estado estacionario (*steady state*)

Mantener los recursos del sistema constantes

Evitar intervención humana para limpieza

Ejemplos:

- Purgar datos
- Gestión de ficheros de Log
- Memoria caché

Fail fast

No hacer esperar a los consumidores por respuestas de fallo

- Reservar recursos antes de empezar el trabajo
- No realizar trabajo inútil
- Verificar los puntos de integración al principio
- Chequear que los recursos están disponibles
- Validación básica de entrada

Distribuir la carga

- Rechazar peticiones nuevas cuando carga es muy elevada

"Chequear ingredientes antes de empezar a cocinar"

Let it crash

- Dejar Romper componentes para salvar el sistema
  - Inspirado por gestión de errores de Erlang
  - Si un componente no puede hacer lo que tiene que hacer, dejarlo que rompa
    - Dejar que otro componente haga la recuperación
    - No programar defensivamente
- Condiciones
  - Crear límites
    - Un componente rompe aisladamente
  - Sustitución rápida
  - Supervisión
  - Reintegración

Handshaking

"Acordar antes de hacer algo"

Control de demanda cooperativo

- Cliente y servidor acuerdan hacer algo
- El servidor puede rechazar trabajo nuevo

Los servicios proporcionan una consulta de chequeo de salud

- "*health check*"
- Balanceadores de carga chequean salud de instancias antes de petición

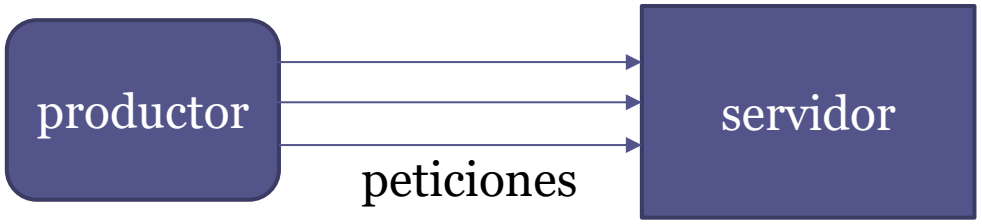
Crear *backpressure*

Backpressure = resistencia que se opone al flujo de datos

- Cuando la entrada viene más rápido que la salida
- Crear seguridad ralentizando a los productores

Estrategias

- Controlar/ralentizar productores
- Acumular datos de entrada temporalmente: Búfer
  - Bufers sin límites pueden ser peligrosos
- Ignorar peticiones
  - No siempre es aceptable perder datos



Regulador (*governor*)

Crear reguladores que ralentizan la velocidad de algunas acciones

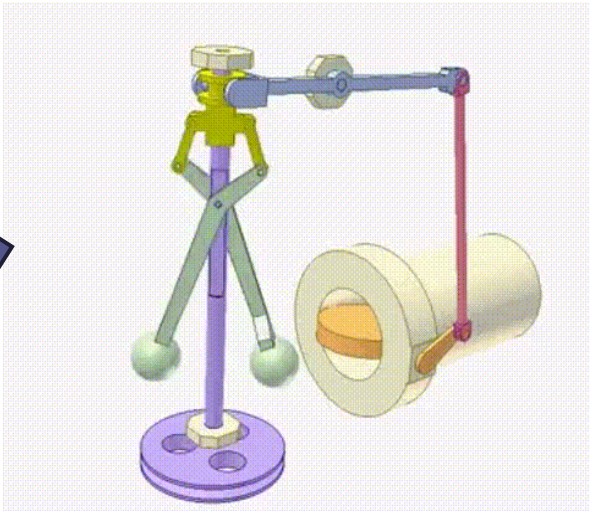
- Cuando algo automatizado se hace mal,
  - se puede hacer mal de forma muy rápida
- Evitar multiplicadores de fuerza

Ralentizar las cosas para permitir intervención humana

Aplicar resistencia en acciones poco seguras

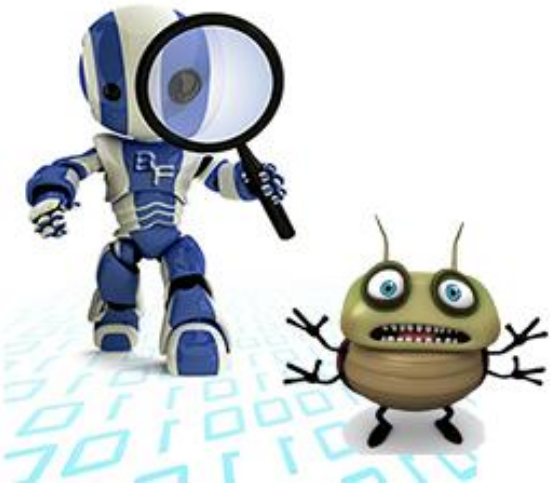
- Ejemplos: borrar instancias, apagado de máquinas,...

Considerar una curva de respuesta



Test harnesses

- Chequean la mayoría de los modos de fallo en las pruebas
  - Emular fallos fuera de la especificación
  - Poner en tensión al consumidor
    - Producir respuestas lentas, no respuestas, respuestas basura, ...
- Estos sistemas de prueba pueden compartirse
  - Ejemplo: *servicios asesinos*
  - Relacionado con Ingeniería del caos
  - [Ver siguiente]



Ingeniería del caos

- Propuesto por Netflix en 2010 (*Chaos Monkey*)
- Introducir fallos adrede en los sistemas
- Probar sistemas distribuidos
  - Romper cosas a propósito
    - Pruebas mediante inyección de fallos
    - Asegurar que el fallo de una instancia no afecta al sistema global
  - Anti-fragilidad y resiliencia
    - Capacidad para absorber perturbaciones

https://github.com/Netflix/chaosmonkey

Antipatrones en producción

Integration points
Chain reactions
Cascading failures
Users
Blocked threads
Self-denial attacks
Scaling effects
Unbalanced capacities
Dogpile
Force multiplier
Slow responses
Unbounded result sets

Pruebas en producción

Despliegue progresivo
- Reducir radio de explosión de nuevos despliegues
- Permitir experimentación

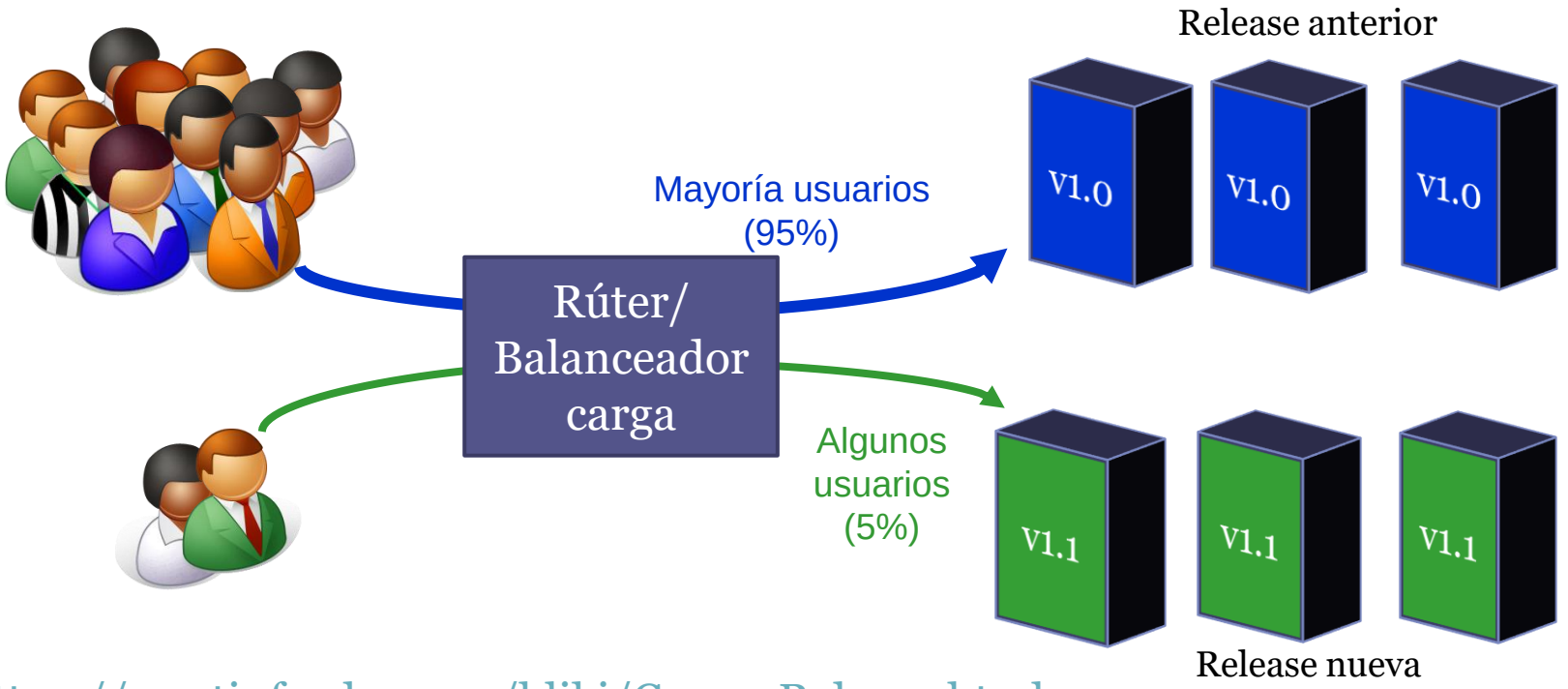
Algunas técnicas
- Canary releases
- Feature toggles
- Pruebas A/B y multi-armed bandits

Radio de explosión de un despliegue:
¿Quién es impactado? ¿Qué funcionalidad? ¿Cuántos sitios?

Canary release

Introducir nuevas *releases* ofreciendo lentamente el cambio a un subconjunto de usuarios

- Desde infraestructura (rúter/balanceador de carga)
- Despliegue Blue-Green



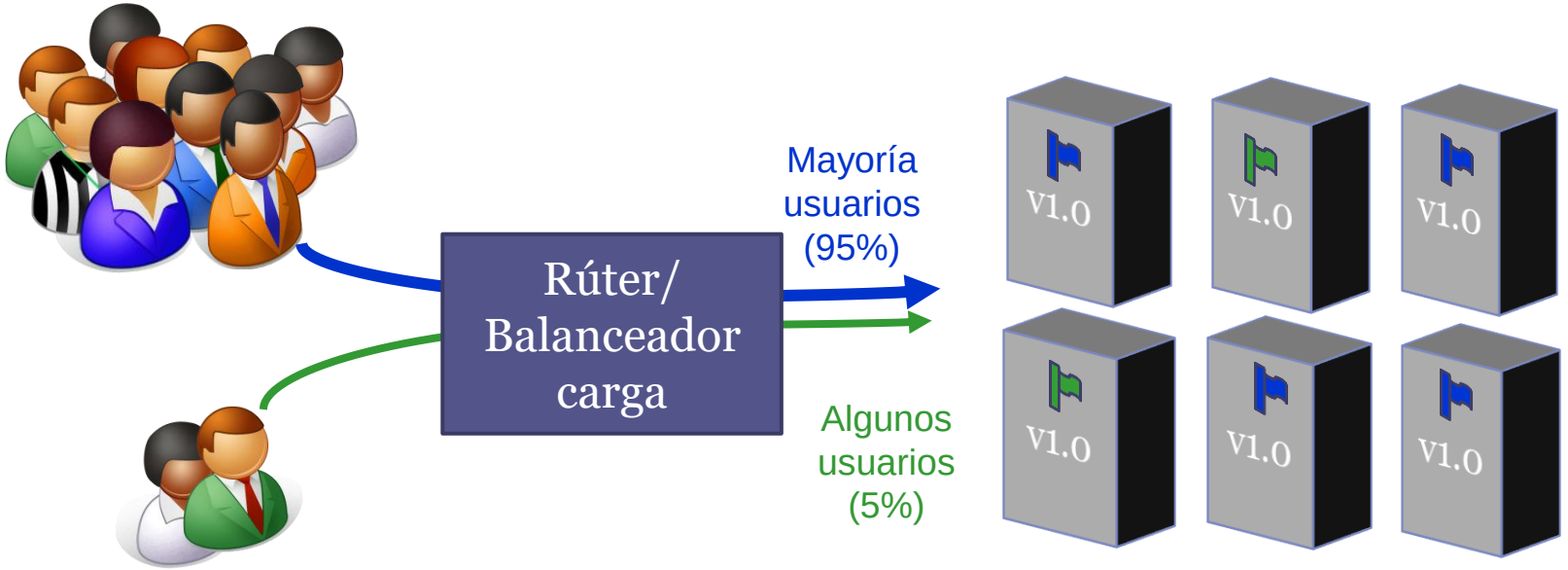
https://martinfowler.com/bliki/CanaryRelease.html

Feature toggles

También conocidos como *feature flags*, *feature bits*

Modificar comportamiento Sistema sin cambiar código

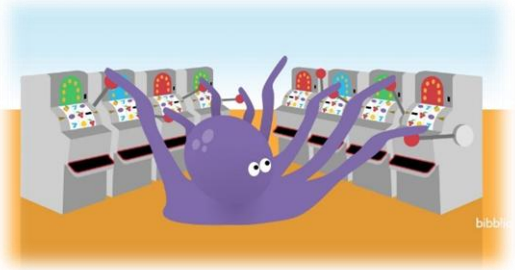
Desacoplar despliegue de *release*



https://martinfowler.com/articles/feature-toggles.html

Tipos de pruebas en producción

- Pruebas A/B:
  - También conocidas como split testing, bucket testing
  - Experimento controlado para probar alguna hipótesis
  - Dividir usuarios en grupos
    - Problema: malas alternativas son mostrados a grupos de usuarios durante experimento
- Multi-armed bandits
  - Disposición dinámica del tráfico
  - Intentar que las alternativas malas tengan menos usuarios



Pruebas de carga y estrés

- Pruebas de carga
  - Medir rendimiento bajo una carga
  - Ejemplo: similar múltiples usuarios accediendo a la vez
- Pruebas de estrés
  - Carga llevada más allá de patrones normales para probar respuesta del Sistema
  - Probar límites superiores
    - ¿Qué ocurre cuando se alcanza el límite?
- Varias herramientas
  - JMeter, Gatling

Incidentes y post-mortem

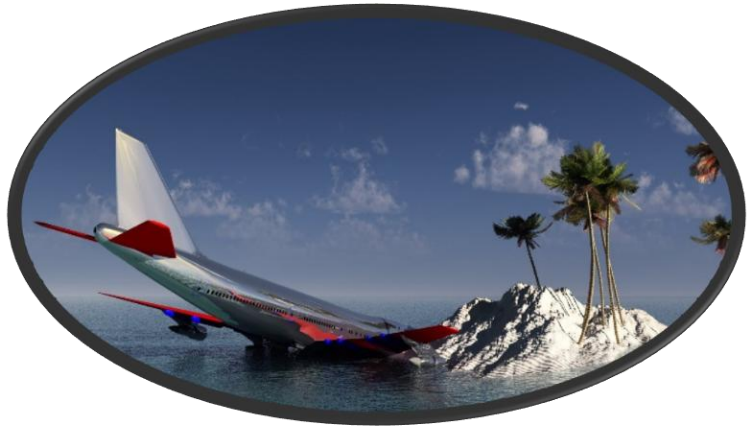
Resolver y revisar un incidente

Asegurar que el equipo lo ve sin buscar culpables

Crear informe *post-mortem*

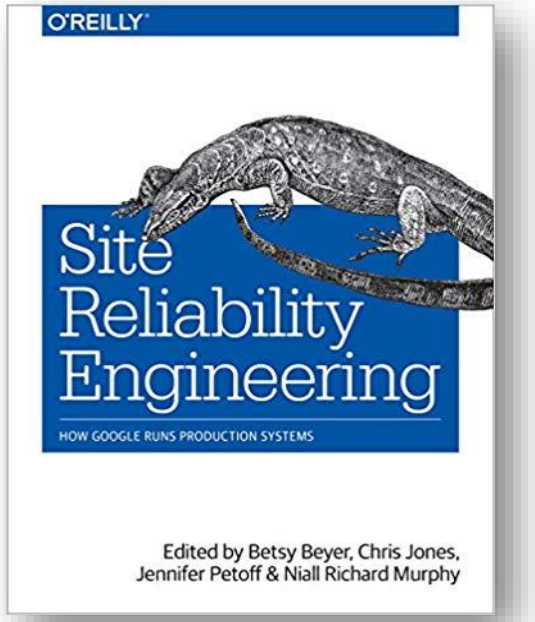
- Detalles del incidente
- Línea temporal y acciones tomadas para resolverlo
- Análisis de causa raíz (*root cause*)

Identificar medidas preventivas



https://landing.google.com/sre/sre-book/chapters/postmortem-culture/

Fin de la presentación


O'REILLY
Site Reliability Engineering
HOW GOOGLE RUNS PRODUCTION SYSTEMS
Edited by Betsy Beyer, Chris Jones, Jennifer Petoff & Niall Richard Murphy

Free online