

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
INFORMÁTICA
GRADO EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE



vMotion Migración en Caliente

vMotion Live Migration

Realizado por
Silvio Macías Sánchez
Tutorizado por
Julián Ramos Cózar
Departamento
Arquitectura de Computadores

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
MÁLAGA, FEBRERO 2016

Fecha defensa:
El Secretario del Tribunal

Resumen: Esta memoria nos introduce en el mundo de los servidores de máquinas virtuales procurando no saltarse ningún paso, de una forma gráfica y sin necesidad de conocimientos previos sobre virtualización.

Es una guía para la instalación y configuración de un centro de datos con las siguientes tecnologías de virtualización de la compañía VMware: vCenter Server y vSphere ESXi; y el almacenamiento en red *open-source* FreeNAS.

Este despliegue se usará para poner a prueba el funcionamiento de la tecnología vMotion. vMotion es una tecnología para migrar en caliente una máquina virtual de un servidor de máquinas virtuales a otro, de forma transparente y sin desconexiones.

Esta tecnología, con la potencia de los procesadores y el ancho de banda actual, es casi inocua al rendimiento de la máquina virtual, lo cual permite su aplicación en una gran diversidad de sectores.

Palabras claves: VMware, vMotion, vSphere, ESXi, FreeNAS, Debian, Owncloud, MySQL, Workstation, vClient, hipervisor, máquina virtual, virtualización, migración en caliente, alta disponibilidad, almacenamiento en red, tecnologías verdes, servidor web.

Abstract: This memory introduces us into the world of virtual machine's servers trying not to avoid any step, in a graphic way and without the need of any advance knowledge about virtualization.

This is a guide in the installation and configuration of a datacenter with the following virtualization's technologies of VMware: vCenter Server and vSphere ESXi; and the open-source network storage FreeNAS.

This set-up will be used to test the performance of vMotion, which is a technology for live migrate a virtual machine from a virtual machine's server to another, in a clean way and without disconnections.

This technology, with the power of processors and bandwidth nowadays, is almost innocuous to the performance of the virtual machine, which allows its application in a big diversity of fields.

Keywords: VMware, vMotion, vSphere, ESXi, FreeNAS, Debian, Owncloud, MySQL, Workstation, vClient, hypervisor, virtual machine, virtualization, live migration, high availability, network storage, green computing, web server.

Agradecimientos

A mi compañero Antonio Sánchez Valdez
por proporcionarme los 16 GB de RAM necesarios para realizar este proyecto.

A los técnicos de laboratorio Francisco Hurtado Berlanga y Juan José González García
por su ayuda, conocimiento, tiempo y amabilidad.

A mi profesor Julián Ramos Cózar
por guiarme y por la confianza depositada en mí.

A mi tío y a mi hermana
por sus correcciones y consejos.

Y a mi madre
porque sin ella no podría agradecerle nada a nadie.

1	Introducción	9
1.1	Motivación	10
1.2	Contenidos de la Memoria	10
2	Especificación del sistema	13
2.1	Diagramas de Bloques	13
2.2	Versiones	14
3	Instalación de los componentes Software	17
3.1	Hipervisor VMware EXSI	17
3.1.1	Introducción	17
3.1.2	Requisitos	17
3.1.3	Configuración deseada	17
3.1.4	Procedimiento de Instalación	17
3.1.5	Procedimiento de Configuración	25
3.2	Servidor Almacenamiento en Red FreeNAS	29
3.2.1	Introducción	29
3.2.2	Requisitos	29
3.2.3	Configuración deseada	30
3.2.4	Procedimiento de Instalación	31
3.2.5	Procedimiento de Configuración	34
3.3	VMware vCenter Server 6	41
3.3.1	Introducción	41
3.3.2	Requisitos	41
3.3.3	Configuración deseada	42
3.3.4	Procedimiento de Instalación	42
3.3.5	Procedimiento de Configuración del Prototipo	53
3.4	Instalación de un Servidor Web	69
3.4.1	Introducción	69
3.4.1	Requisitos	69
3.4.2	Configuración deseada	69
3.4.3	Debian GNU/Linux 8	69
3.4.4	Owncloud	83
4	Tecnología vMotion	89
4.1	Arquitectura	89
4.2	Estado de los Dispositivos Virtuales	89
4.3	Redes y Conexiones de Dispositivos SCSI	89
4.4	Memoria Física de la Máquina Virtual	89

4.4.1	Fase de seguimiento de la máquina virtual	89
4.4.2	Fase pre-copia	90
4.4.3	Fase de desconexión	90
4.5	Migración en Caliente	90
4.5.1	Subir la Máquina Virtual	90
4.5.2	vCenter Web Client	93
5	Pruebas de Rendimiento sobre Servidores Físicos	101
5.1	Descripción	101
5.2	Gráficas de Resultados	102
5.3	Comentarios	103
6	Conclusiones	105
	Bibliografía	107
	Contenido del CD	108

1 Introducción

En informática, **virtualización** es la creación a través de software de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red. (Electronic Commerce A Managerial Perspective, 2007, pág. 27).

Esto nos permite crear una capa de abstracción entre el software y el hardware subyacente, engañando de alguna forma al software, proporcionándole información adecuada para admitir recursos software que funcionan como si fueran parte de su propio hardware. Así tenemos:

- Un sistema operativo dentro de otro sistema operativo.
- La capacidad de aislar ciertos programas, añadiendo seguridad adicional al sistema operativo.
- Programación que no dependa del compilador y por lo tanto sea compatible con diferentes sistemas operativos o arquitecturas de procesador.
- Compartir un recurso físico entre varios sistemas, permitiendo hacer mejor uso (mayor eficiencia y eficacia) del hardware que tenemos.
- Ser independientes del hardware y por lo tanto poder migrar un sistema virtual desde una máquina física a otra sin desconectar los servicios y tecnologías que estén ejecutándose (migración en caliente).
- Esta lista de características y prestaciones es ampliable, pero nosotros nos centraremos en esta última, la independencia del hardware para la migración en caliente.

También tenemos que introducir el concepto de máquina virtual e hipervisor. Una **máquina virtual** es el software justo por debajo del sistema virtual, encargado de simular el hardware. Y el **hipervisor** es el monitor de la máquina o máquinas virtuales, el encargado de gestionar los recursos de las mismas. Hay dos tipos de hipervisores, *hosted* que se ejecuta como otro programa dentro de un sistema operativo convencional (Diagrama 1.1), y nativo o *bare-metal* (sobre el metal desnudo) que se encarga de proporcionar un sistema operativo lo más ligero posible dedicado únicamente a la gestión de las máquinas virtuales (Diagrama 1.2).



Diagrama 1.1 - Hosted



Diagrama 1.2 - Bare-metal

La independencia del hardware nos permite crear sistemas de alta disponibilidad, sistemas que pretenden asegurar un grado casi absoluto de continuidad operacional durante un periodo de tiempo. Estos sistemas son cada vez más relevantes en el mercado y la sociedad. Garantizan procesos de control, de registro, de prevención... y son utilizados en sistemas financieros,

prevención de desastres naturales, hospitales, etc. La virtualización permite que los errores y migraciones hardware se puedan tratar sin desconexiones.

La compañía *VMware* (Palo Alto, California. EEUU) dominante en el mercado y en la investigación de la virtualización, ha desarrollado tecnologías que proveen soluciones para estos propósitos. *vSphere Fault Tolerance*, tecnología para sistemas de alta disponibilidad, trata los errores hardware replicando la máquina virtual de interés en dos hipervisores diferentes. Para ello crea una instancia oculta en tiempo real de la máquina virtual a proteger que siempre estará actualizada con la máquina virtual primaria. Se basa en *VMware vLockstep*, tecnología encargada de capturar las entradas y eventos una máquina virtual y renviarlas a las dos instancias. Estas dos instancias computan paralelamente los datos y se envían entre ellas *heartbeats* (señales de estados) para comprobar si ha ocurrido algún error. Si esto pasa, la instancia que ha fallado se apaga y se inicia la de remplazo. (*VMware vCenter Server™ 6.0 Availability Guide*, 2015, pág. 8)

La migración en caliente está muy relacionada con el *Green Computing* (Tecnologías Verdes), o el uso eficiente de los recursos computacionales, minimizando el impacto medioambiental. Actualmente los servidores trabajan la mayor parte del tiempo al 20%-40% de su capacidad. Se reserva la parte restante para los momentos en los que necesita más carga. Con la migración en caliente podemos reducir el consumo energético, concentrando en los momentos de menos carga varios servidores en una misma máquina física y así reducir en número de máquinas encendidas. La solución que ha desarrollado VMware para la migración en caliente es *vMotion*, tecnología en la se basa este proyecto.

1.1 Motivación

La motivación principal es conocer y entender la tecnología *vMotion*: migración en caliente máquinas virtuales. Se implantará en un sistema real para:

- Conocer el procedimiento de instalación y puesta a punto de un sistema de alta disponibilidad basado en esta tecnología y poder hacer pruebas de rendimiento. Como servicio de ejemplo se utilizará el servidor web Owncloud, que permite hacer streaming de video.
- Con fines académicos, para la creación de material para las prácticas de asignaturas del departamento de Arquitectura de Computadores, en especial Arquitecturas Virtuales, optativa para las tres titulaciones del Grado en Informática de la UMA: Ing. Computadores, Ing. Software e Ing. Informática.

1.2 Contenidos de la Memoria

Los contenidos de esta memoria son los siguientes:

- Capítulo 1: Introducción. Este capítulo, donde se introduce el trabajo a realizar junto con los motivos y objetivos que se han planteado para llevarlo a cabo
- Capítulo 2: Especificación del sistema. Mostrará en un diagrama de bloques el diseño lógico del sistema que se va a implementar en capítulos posteriores.
- Capítulo 3: Instalación de los componentes Software. Detalla los procedimientos necesarios para la instalación y configuración de los elementos Software de nuestro sistema. Más concretamente: VMware vCenter Server: Plataforma para gestionar *datacenters* constituidos por servidores de máquinas virtuales. Apartado 3.3.
- VMware vSphere ESXi (Elastic Sky X Integrated): Hipervisor *bare-metal*, servidor de máquinas virtuales. Apartado 3.1.

- FreeNAS: Sistema operativo que toma su nombre de FreeBSD, sistema operativo Linux el cual se basa y NAS (*Network Attached Storage*) siglas en inglés de almacenamiento conectado en red. Apartado 3.2
- Debian GNU/Linux: Sistema operativo completamente *open-source*. Apartado 3.4.3.
- Owncloud: Aplicación *open-source* para el alojamiento de archivos en la nube. Apartado 3.4.4.

El formato será el de tutorial detallado con muchas capturas de pantalla, al estar enfocado a la docencia de las máquinas virtuales.

- Capítulo 4: Tecnología vMotion. Tras una breve introducción al funcionamiento de esta tecnología se explicará el procedimiento manual a usar para realizar la migración en caliente de una máquina virtual, usando de nuevo el formato de tutorial detallado. Previamente se verá como instalar y configurar la máquina virtual a mover, el servidor de streaming de Owncloud.
- Capítulo 5: Pruebas de rendimiento sobre Servidores Físicos. La potencia de vMotion se evaluará tanto subjetivamente, comprobando si existen cortes durante la emisión del streaming mientras dura la migración, y objetivamente, graficando los rendimientos de cpu, disco, red y acceso a disco durante el proceso, tanto en el hipervisor origen como en el destino.
- Capítulo 6: Conclusiones. Terminaremos resumiendo las principales aportaciones de este trabajo así como ideas de posibles trabajos futuros que se podrán derivar de él.

2 Especificación del sistema

2.1 Diagramas de Bloques

Nuestro sistema está compuesto por un gestor centralizado de hipervisores, dos hipervisores *bare-metal*, un servidor de almacenamiento en red y un servidor web virtual de streaming de contenido multimedia.

A través del gestor centralizado realizaremos la migración en caliente del servidor web alojado en una máquina virtual de un hipervisor a otro. El uso de un servidor de almacenamiento en red es requisito indispensable para que se pueda usar esta tecnología. Por otra parte, el servidor web de streaming se usará para probar cómo se ve afectado su rendimiento durante la migración. Lo que debería ocurrir es que pueda seguir sirviendo contenido multimedia (vídeos, por ser lo más costoso) sin interrupciones durante la migración.

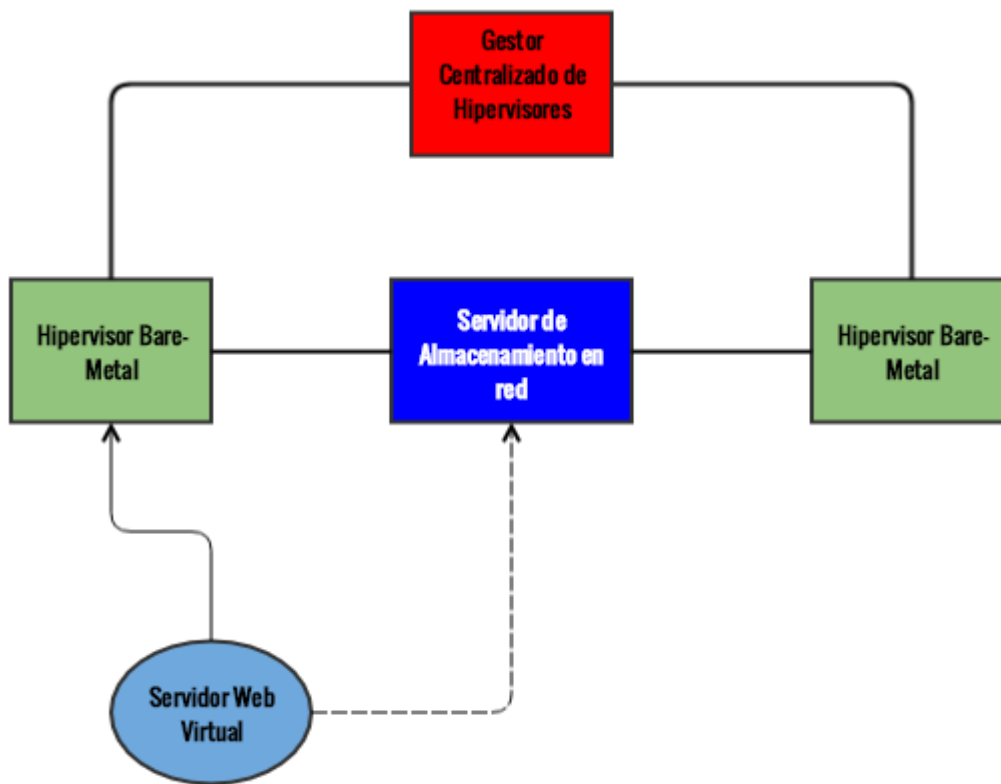


Diagrama 2.1 – Estado 1

En los Diagramas 2.1 – 2.2 se pueden ver los dos estados del sistema. Las flechas de línea discontinua se refieren a donde está el almacenamiento y las de línea continua se refiere a quien está ejecutando la máquina. Las líneas que no tienen flecha son conexiones de red. Los dos estados son equivalentes.

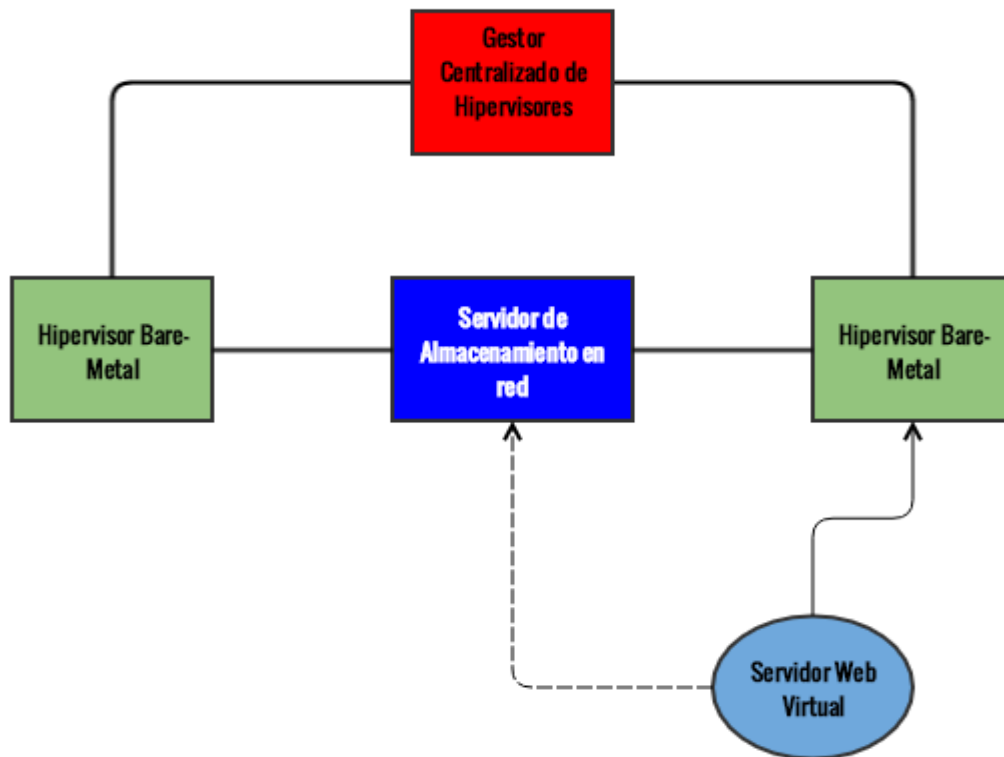


Diagrama 2.2 – Estado 2

2.2 Versiones

El sistema se montará en un prototipo en una plataforma totalmente virtual y posteriormente se hará un despliegue en una infraestructura real:

- En la infraestructura virtual se utilizará el hipervisor *hosted* VMware Workstation Pro 12 para contener a todo el sistema. Se utilizará un ordenador personal:
 - Intel® Core™ i7-4710MQ Processor (6M Cache, 2.5 GHz, up to 3.50 GHz).
 - 16 GB RAM.
 - Disco duro interno SSD de 240 GB Crucial M500.
- En la infraestructura real se utilizarán 3 servidores del departamento de Arquitectura de Computadores, todos son hipervisores *bare-metal* VMware ESXi 5.5:
 - Intel® Xeon® Processor 5050 (4M Cache, 3.00 GHz, 667 MHz FSB).
 - 1 servidor con 16GB RAM que contiene el vCenter, se reserva 8GB solo para este.
 - 2 servidores con 8GB RAM los cuales se usan para la migración en caliente.
 - Almacenamiento en red target-iSCSI SUSE Linux Enterprise Server 10 (x86_64):
 - 2 unidades iSCSI 10 GB (VMFS5).
 - 1 unidad iSCSI 16 GB (VMFS5).
 - Red 1 GbE.

Los componentes software son:

- Versión virtual:
 - Sistema operativo *host*: Windows 10. (Microsoft Corporation).
 - Hipervisor *hosted*: VMware Workstation Pro 12. (VMware Inc.).
 - Hipervisores *bare-metal*: VMware ESXi 6.0. (VMware Inc.).

- Gestor centralizado de hipervisores: VMware vCenter Server 6.0 (VMware Inc.).
- Almacenamiento en red: FreeNAS 9.3 (Oliver Cochard).
- Servidor Web:
 - Debian Jessie 8 (Debian Project).
 - HTTP Apache 2.4 (The Apache Software Foundation).
 - MySQL 5.7.9 (Sun Microsystems).
 - Owncloud 8.2 (Owncloud inc. Community).
- Versión Física:
 - Hipervisores *bare-metal*: VMware ESXi 5.5 (VMware Inc.).
 - Gestor centralizado de hipervisores: VMware vCenter Server 6.0 (VMware Inc.).
 - Almacenamiento en red: target-iSCSI SUSE Linux Enterprise Server 10 SP2 (SUSE).
 - El servidor web es una copia de la misma máquina virtual de la versión virtual.

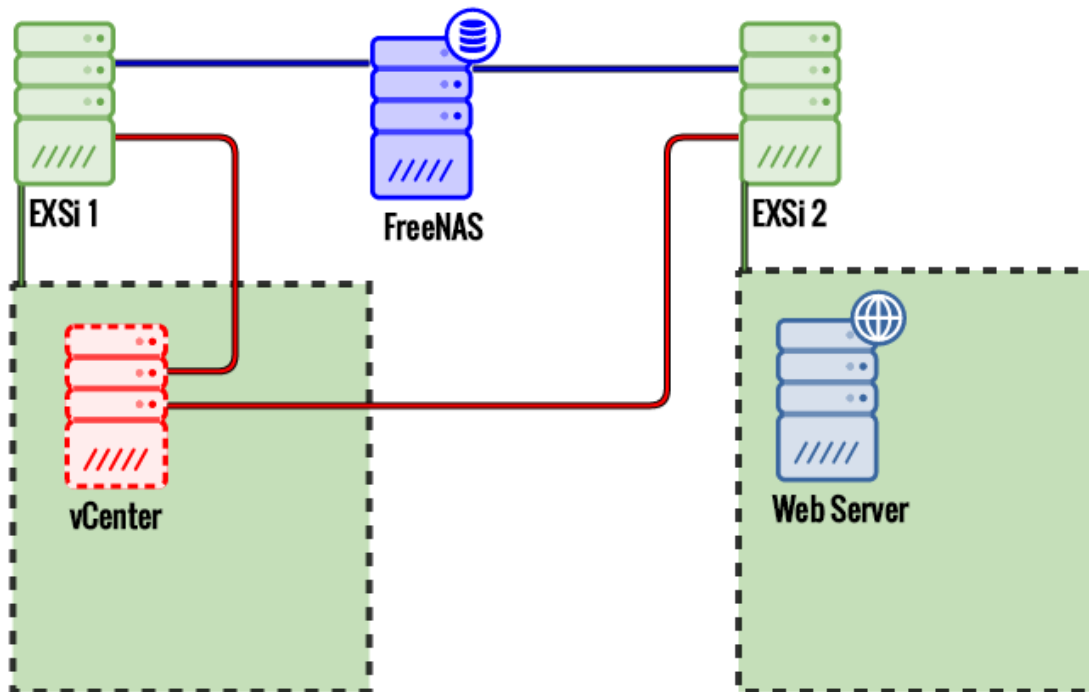


Diagrama 2.3 - Versión Virtual

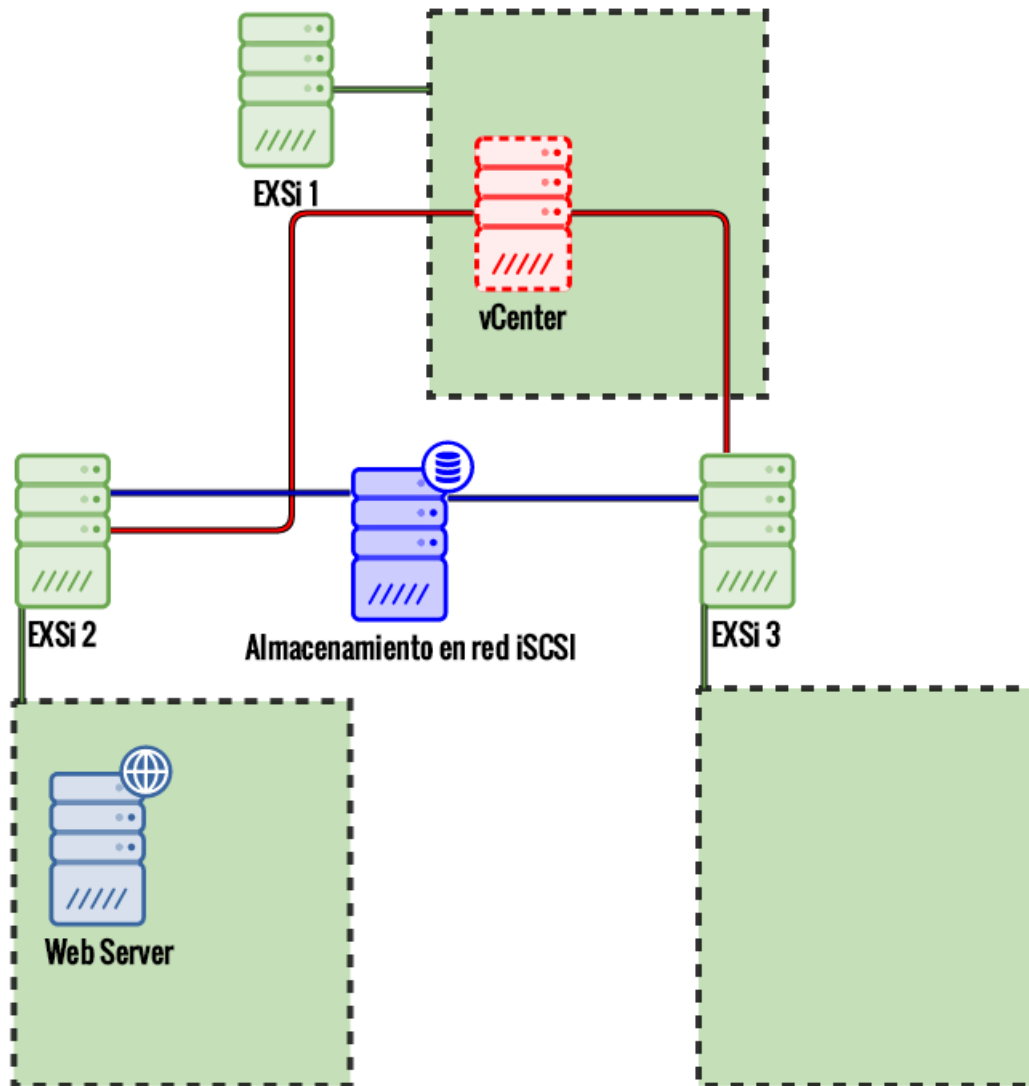


Diagrama 2.4 - Versión Física

3 Instalación de los componentes Software

3.1 Hipervisor VMware EXSI

3.1.1 Introducción

En nuestro caso vamos a instalar el hipervisor nativo o *bare-metal* “EXSI 6”. Lo vamos hacer sobre el hipervisor *hosted* Workstation Pro 12.0, creando un sistema virtual de servidores para la gestión de máquinas virtuales. Así añadimos un nivel de virtualización, comprobando y demostrando la potencia de esta tecnología. Además, esto nos permite hacerlo en un ordenador personal, sin la necesidad de tener una maquina física por cada EXSi dedicadas solo a este propósito.

3.1.2 Requisitos

- 4 GB de RAM (8GB recomendado)
- Procesador de 2 *Cores* 64-bit x86

Nota: en el caso que queramos que contenga un vCenter tendría que tener al menos 8 GB de RAM ya que es requisito mínimo.

(*VMware vSphere 6.0 Documentation Center*)

3.1.3 Configuración deseada

Para crear el sistema lo primero que necesitaremos es la instalación de los hipervisores *bare-metal*, en ellos ejecutaremos las máquinas virtuales, utilizarán el servidor de almacenamiento en red e incluso contendrán al gestor centralizado de hipervisores. En definitiva son el esqueleto del todo el sistema.

3.1.4 Procedimiento de Instalación

Primero tenemos que crear una máquina virtual.

Abrimos **VMware Workstation** 

File => New Virtual Machine... o [Ctrl]-[N]

Elegimos **Typical (recommended)** ya que no necesitamos configuraciones avanzadas.



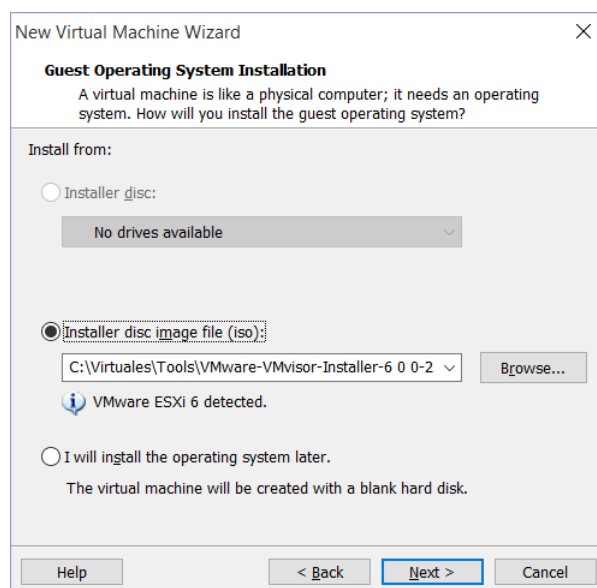
Captura 3.1

En esta ventana tendremos que seleccionar el disco de instalación. Si lo tuviéramos en formato físico (grabado en un DVD) seleccionaríamos **Installer disc** y su lector de DVD correspondiente. En este caso la maquina en cuestión no posee lectores de DVD y por lo tanto aparece deshabilitado. Por lo tanto, con el botón **Browse** seleccionaremos la imagen del disco de instalación. Esta imagen se puede descargar gratuitamente desde la página de VMware (requiere registro previo):

<https://my.vmware.com/en/group/vmware/evalcenter?p=free-esxi6>

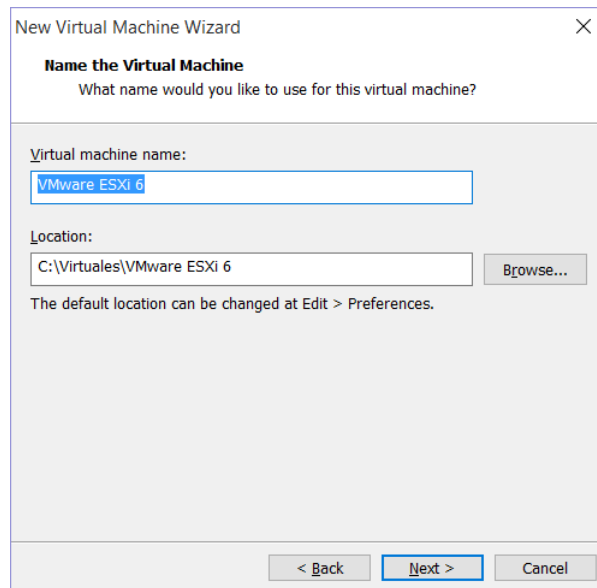
También desde la página del programa académico de VMware para el departamento de Arquitectura de Computadores (previa inscripción):

<http://e5.onthehub.com/d.ashx?s=emx13xn0if>



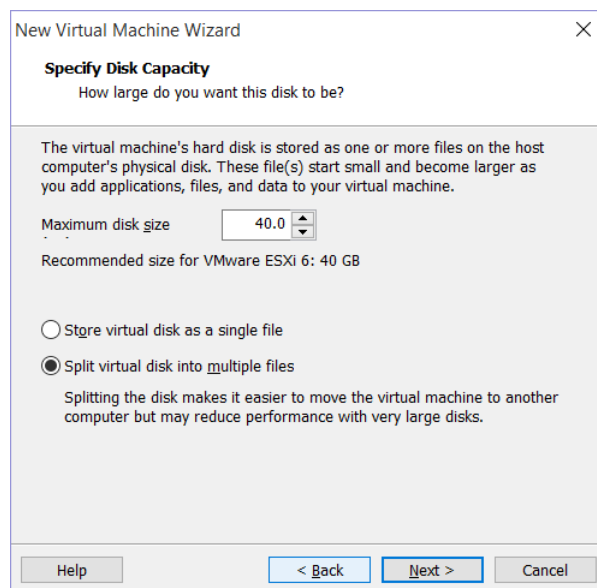
Captura 3.2

Introducimos un nombre representativo y la localización donde deseamos que se almacene.



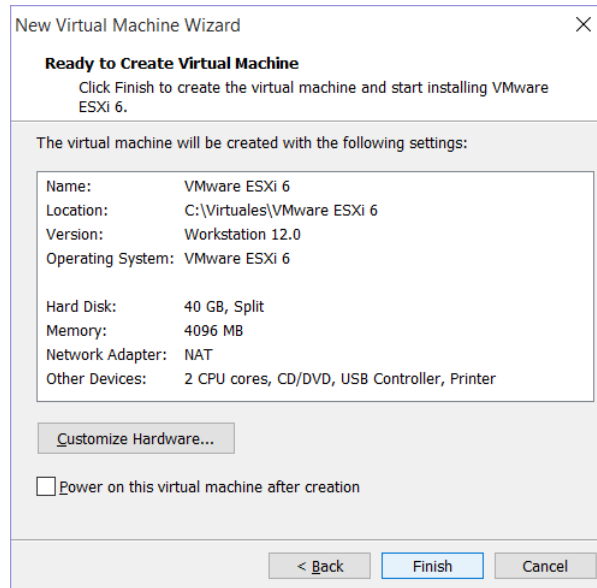
Captura 3.3

El tamaño del disco duro no es relevante ya que le conectaremos más adelante el almacenamiento en red. Por lo tanto, dejamos el tamaño predeterminado y el tipo de disco duro al ser una instalación típica será incremental, no pre-asignará el espacio en el disco duro.



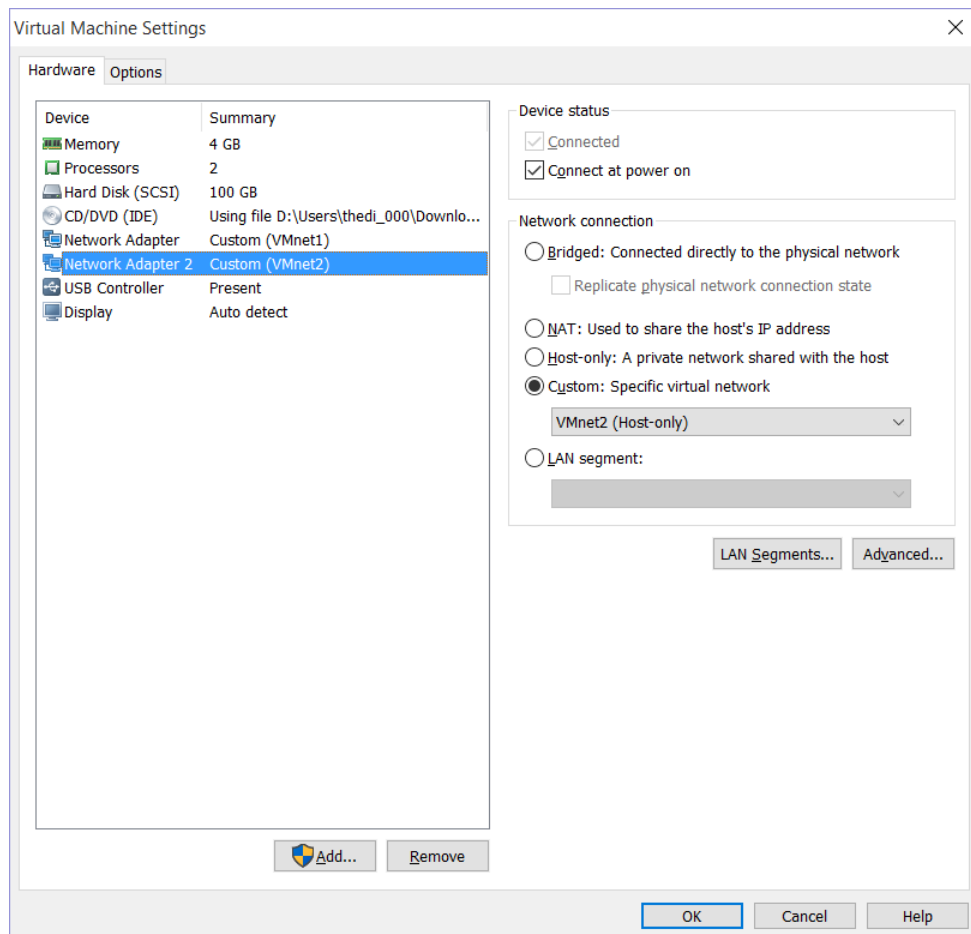
Captura 3.4

Nos muestra el resumen de la máquina virtual creada. Pulsamos el botón de **Customize Hardware...** para añadir un adaptador red adicional.



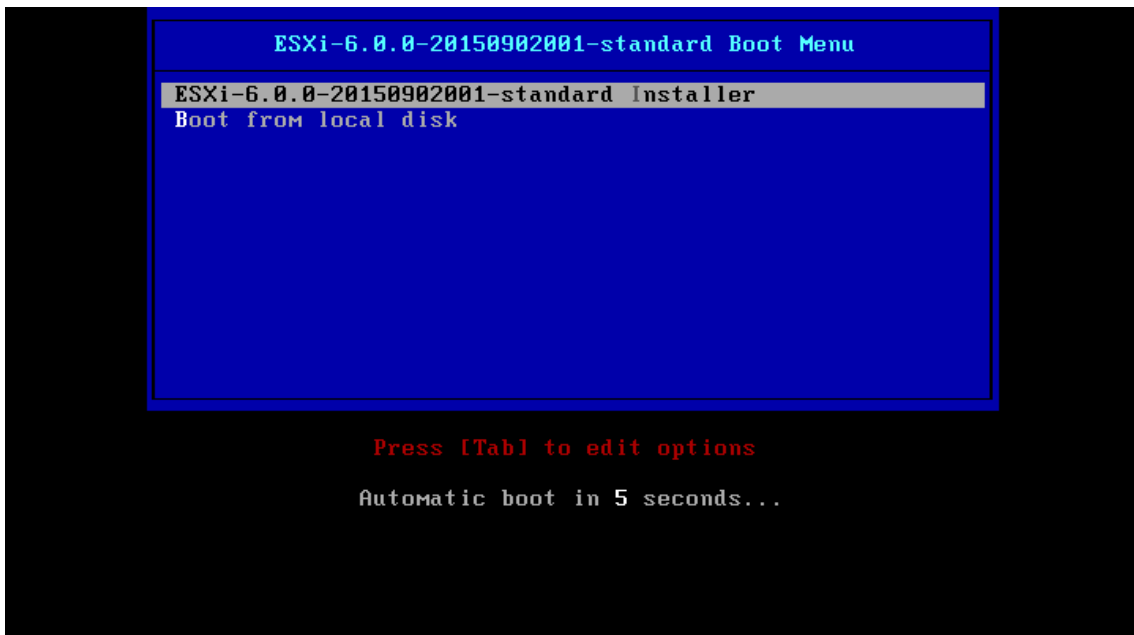
Captura 3.5

Añadimos otro adaptador de red para tener una red solo para el tráfico de las máquinas virtuales y otra para el almacenamiento en red. Para ello elegimos dos redes virtuales diferentes, no es necesario que tengan una conexión a internet.

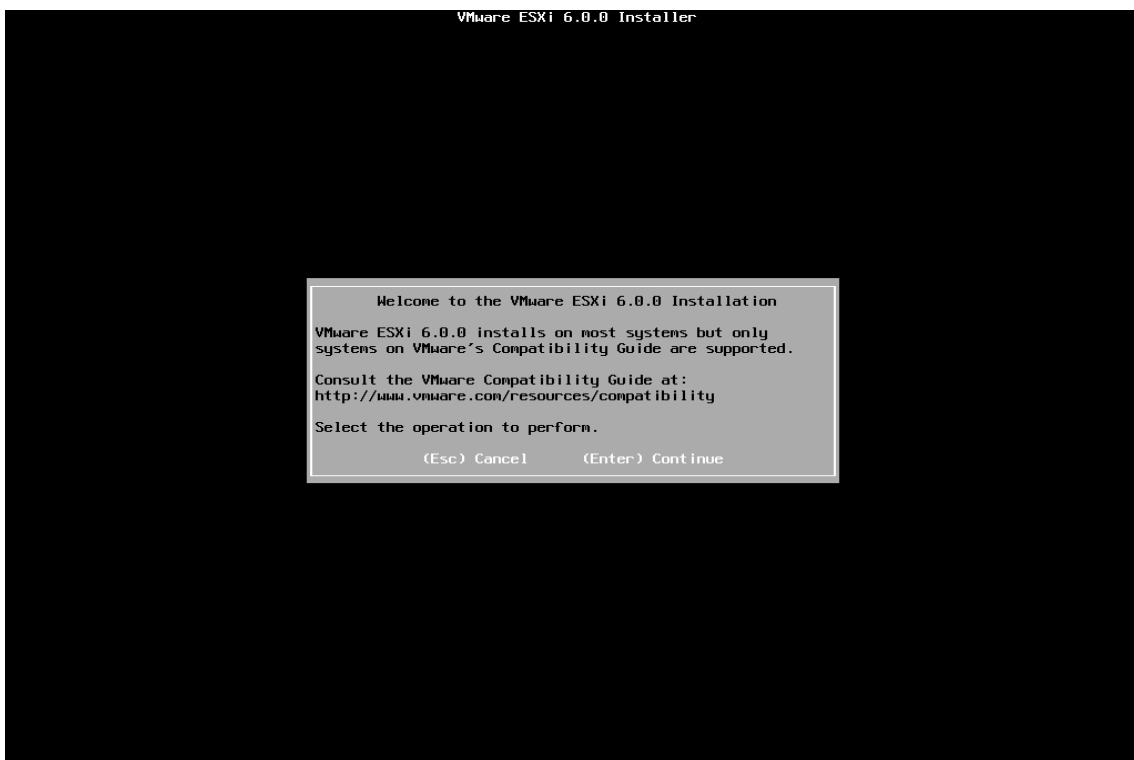


Captura 3.6

Iniciamos la máquina y empezamos la instalación.

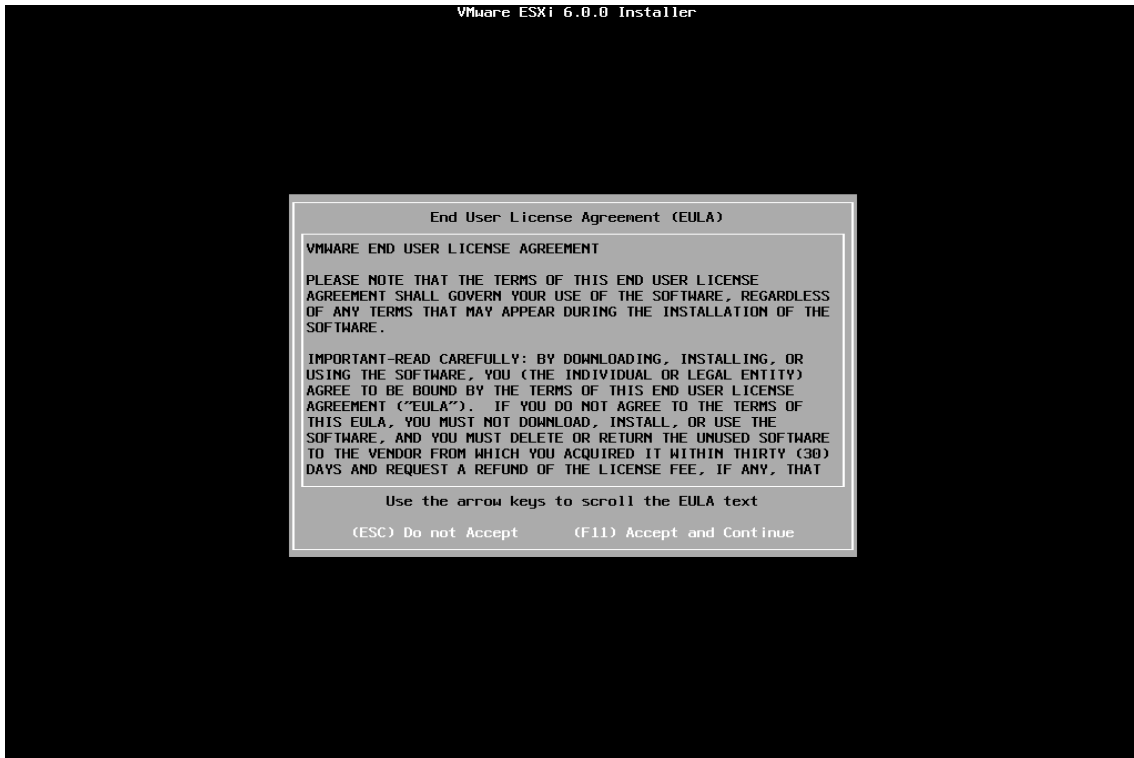


Captura 3.7



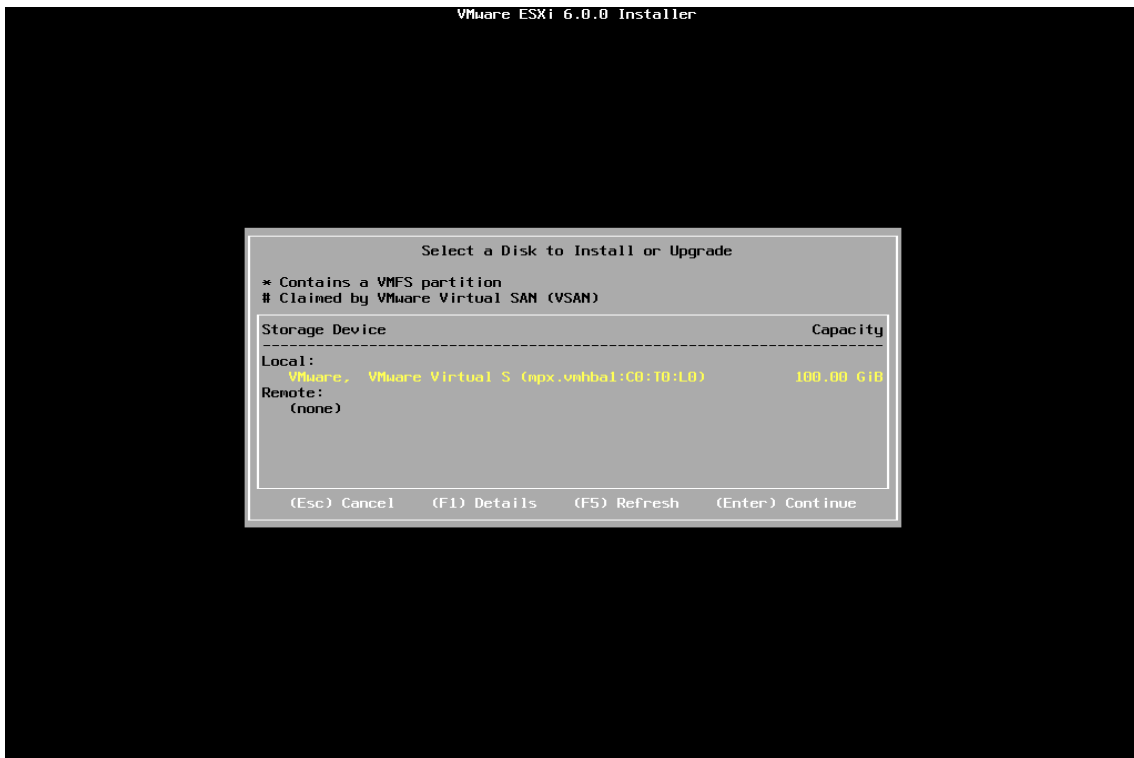
Captura 3.8

Leemos y aceptamos el EULA.



Captura 3.9

Seleccionamos el disco duro local.



Captura 3.10

Seleccionamos el idioma.



Captura 3.11

La contraseña debe tener como mínimo 7 caracteres.



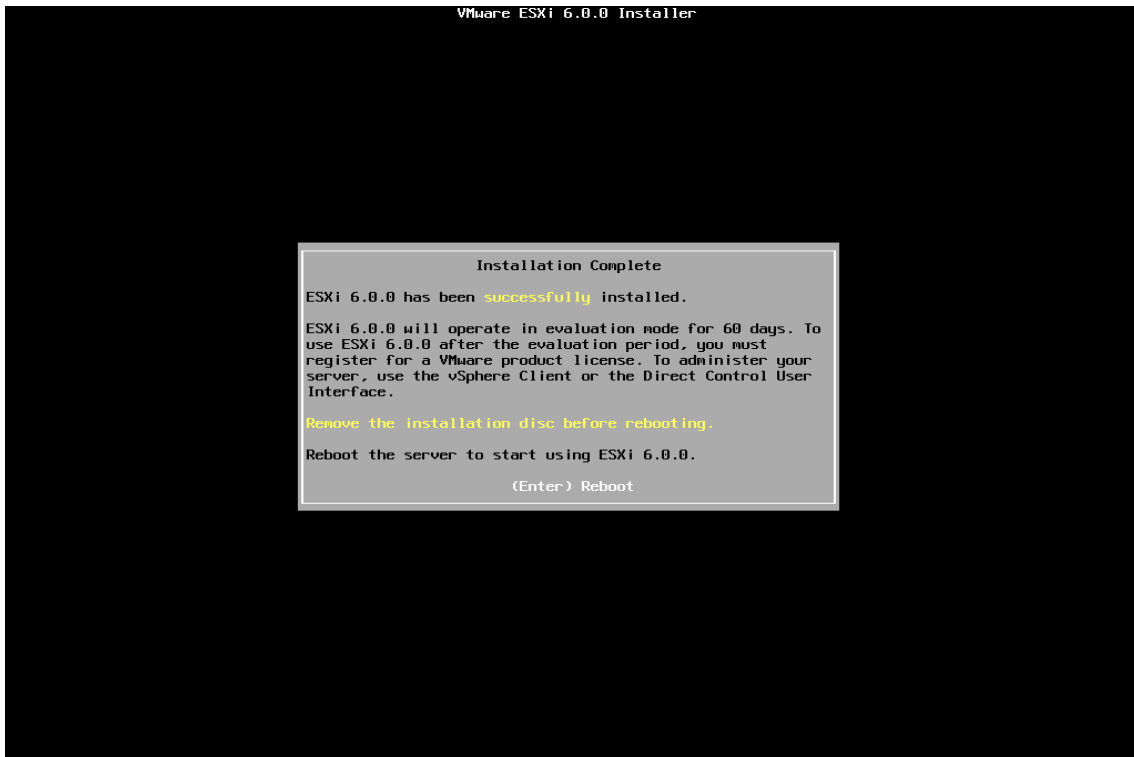
Captura 3.12

Confirmamos el formateo del disco.



Captura 3.13

Nos confirma que la instalación se ha completado correctamente y reiniciamos.



Captura 3.14

3.1.5 Procedimiento de Configuración

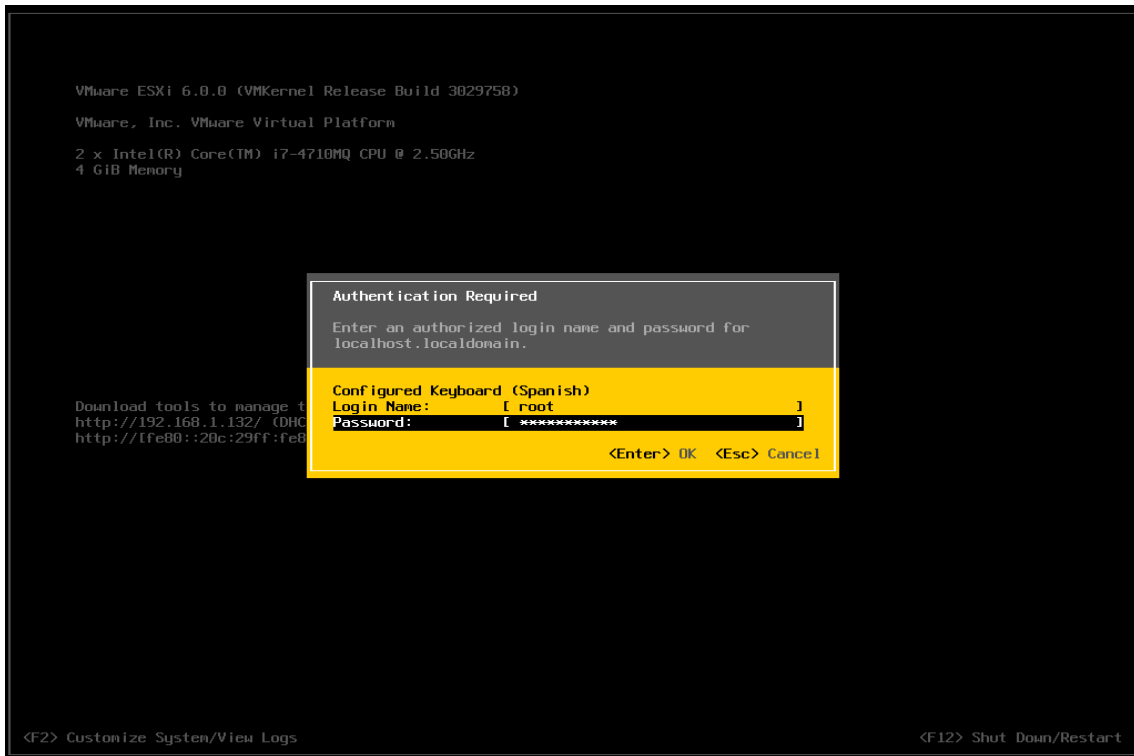
Vamos a configurar la red con IPs estáticas. Esto nos permite tener mejor control ya que si dejamos la configuración por DHCP la IP es dinámica y por lo tanto puede cambiar al reiniciar.

Al reiniciar nos aparece la pantalla conocida como *Yellow Brick*.



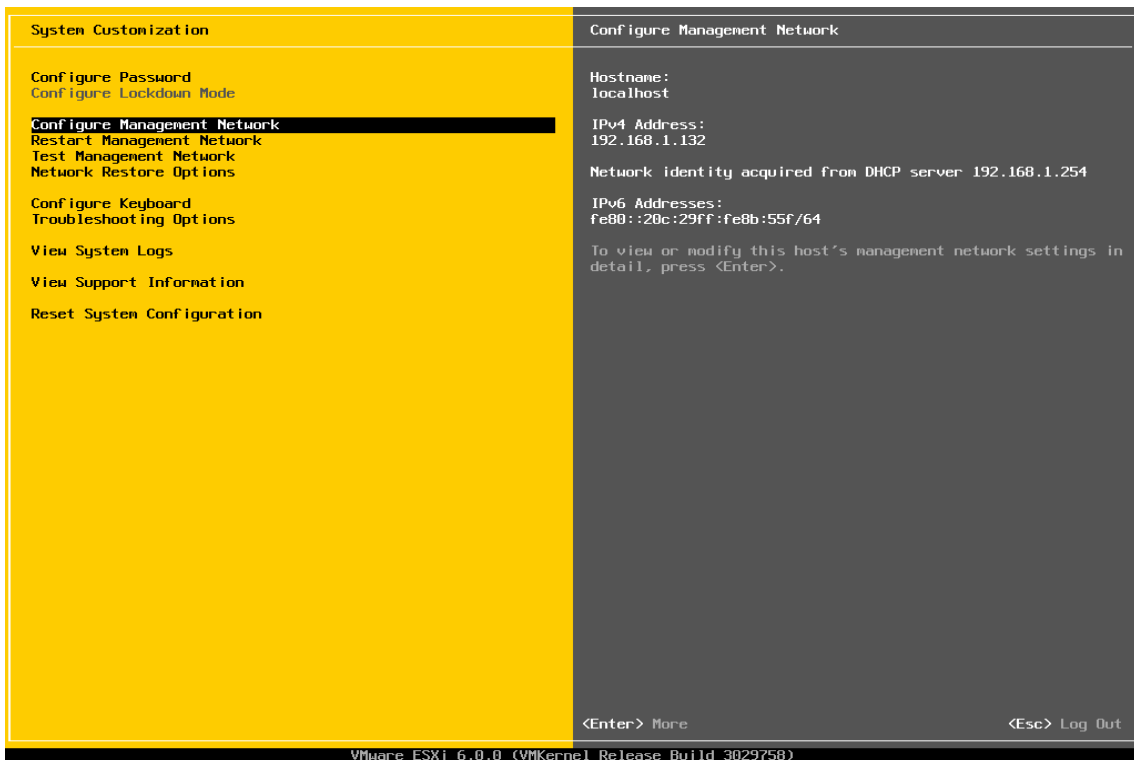
Captura 3.15

Pulsamos [F2] para configurar la red e introducimos la contraseña creada en la Captura 3.12.



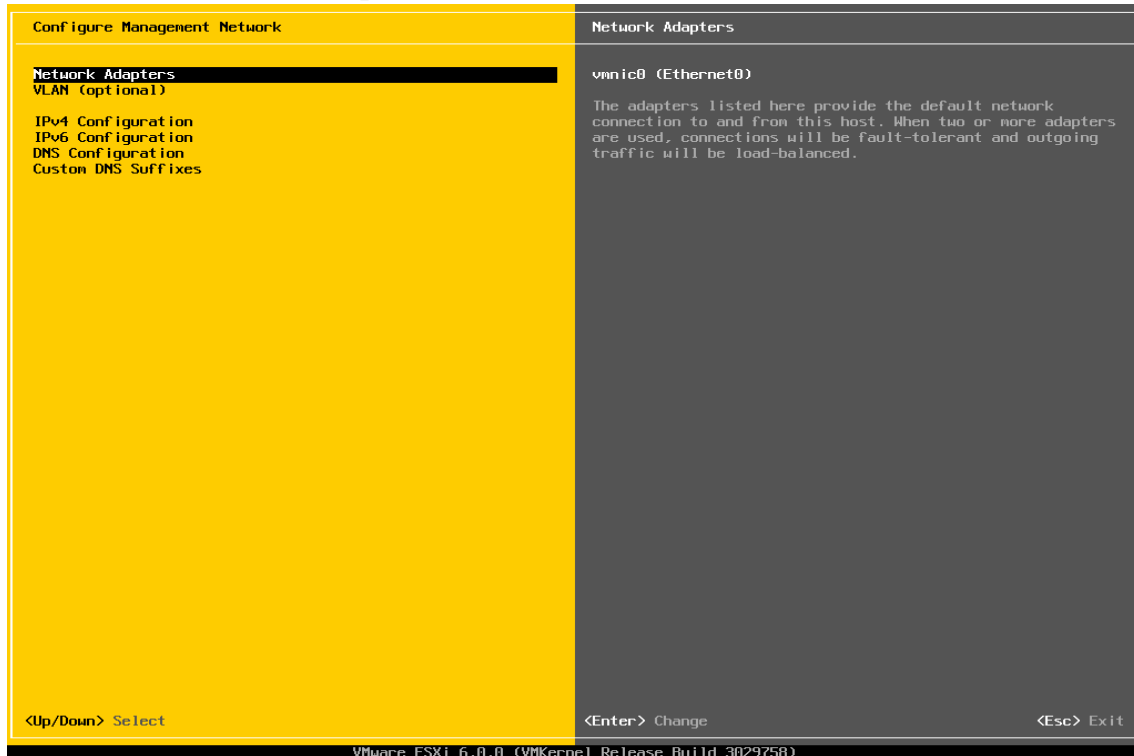
Captura 3.16

Accedemos a la configuración de red a través de **Configure Management Network**.



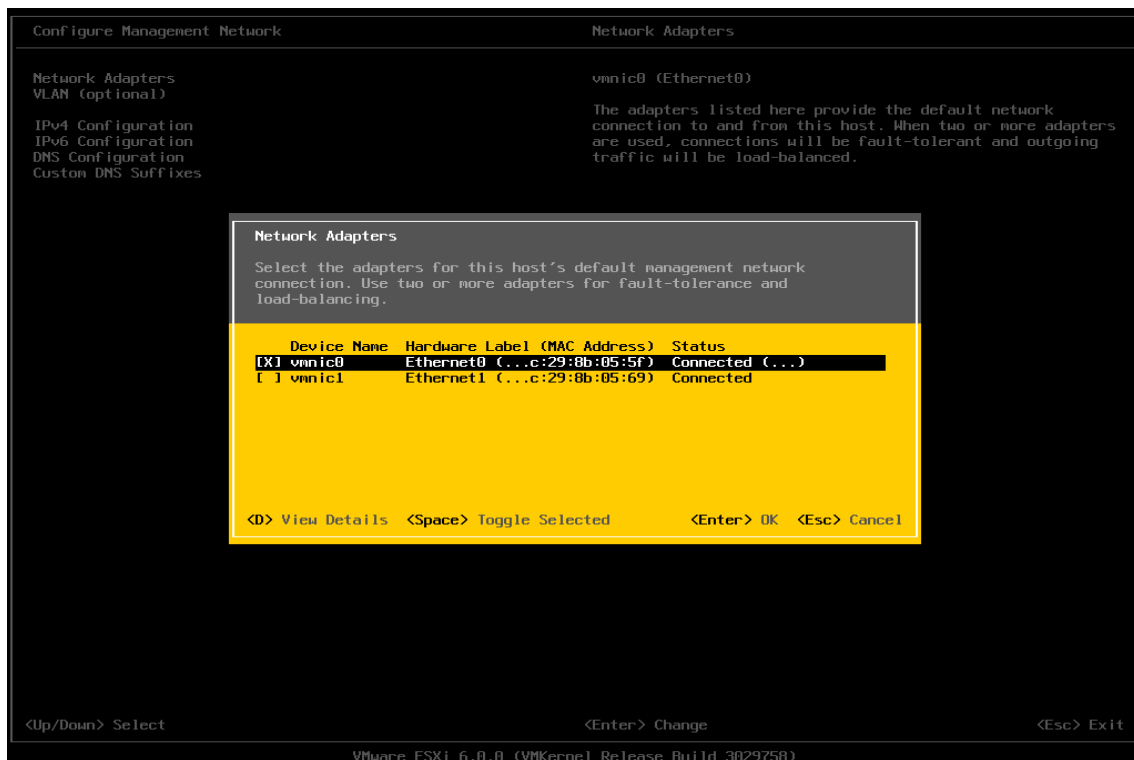
Captura 3.17

Seleccionamos **Network Adapters**.



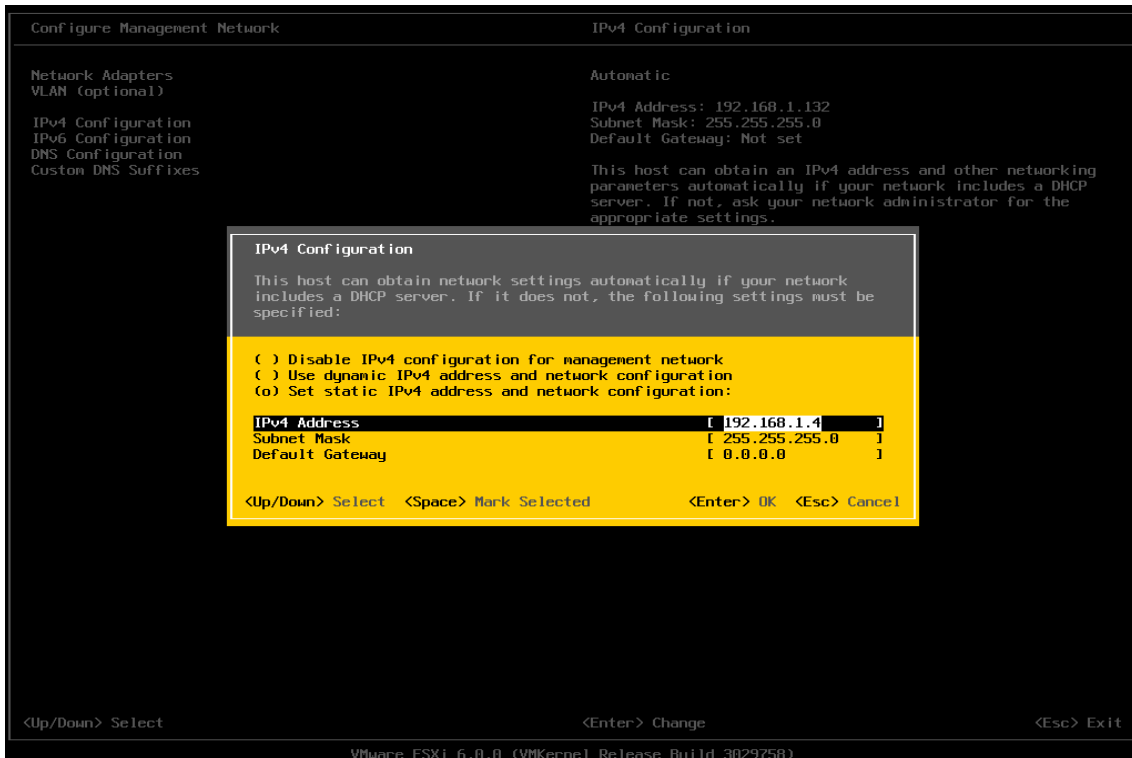
Captura 3.18

Elegimos el adaptador de la red de tráfico de las máquinas virtuales. Están en el mismo orden que en la Captura 3.6.



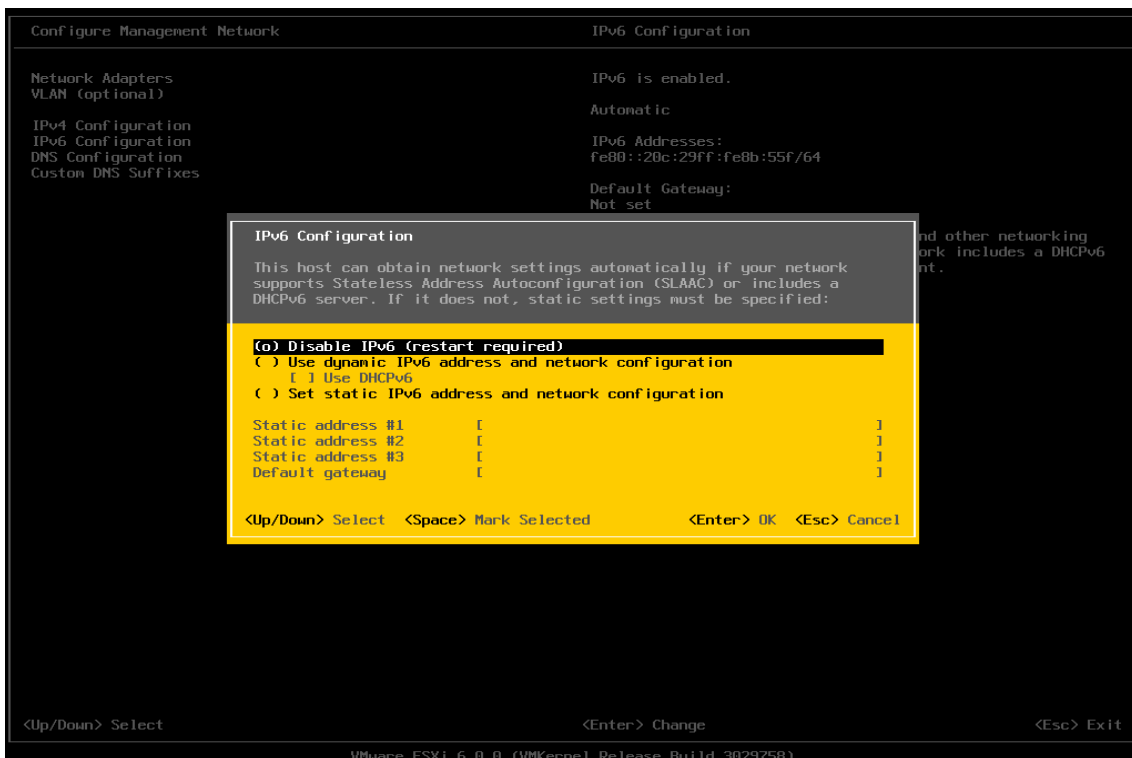
Captura 3.19

En **IPv4 Configuration** seleccionamos la tercera opción **Set static IPv4 address and network configuration** e introducimos la configuración de red deseada.



Captura 3.20

Si no vamos a usar IPv6 es conveniente desactivarlo, principalmente por temas de seguridad. También es conveniente desactivar el telnet y dejar acceso solo a través de SSH.



Captura 3.21

Confirmamos los cambios y reiniciamos.

3.2 Servidor Almacenamiento en Red FreeNAS

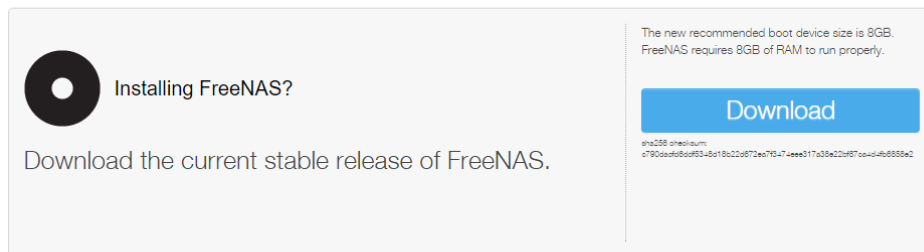
3.2.1 Introducción

La tecnología VMotion permite la migración de una máquina virtual encendida desde un EXSi a otro sin que la máquina virtual se apague. Para esto un requisito indispensable es la utilización de un almacenamiento en red compartido. Esto permite que la migración sea casi inocua para rendimiento de la máquina virtual, migrando el *working set* de la memoria RAM y desviando las peticiones del disco duro de una IP de un EXSi al otro. En nuestro caso vamos a instalar una máquina virtual con FreeNAS, distribución modificada de FreeBSD, centrada en el almacenamiento en red.

Podemos descargar la imagen desde la página oficial:

<http://www.freenas.org/download-freenas-release.html>

Download FreeNAS



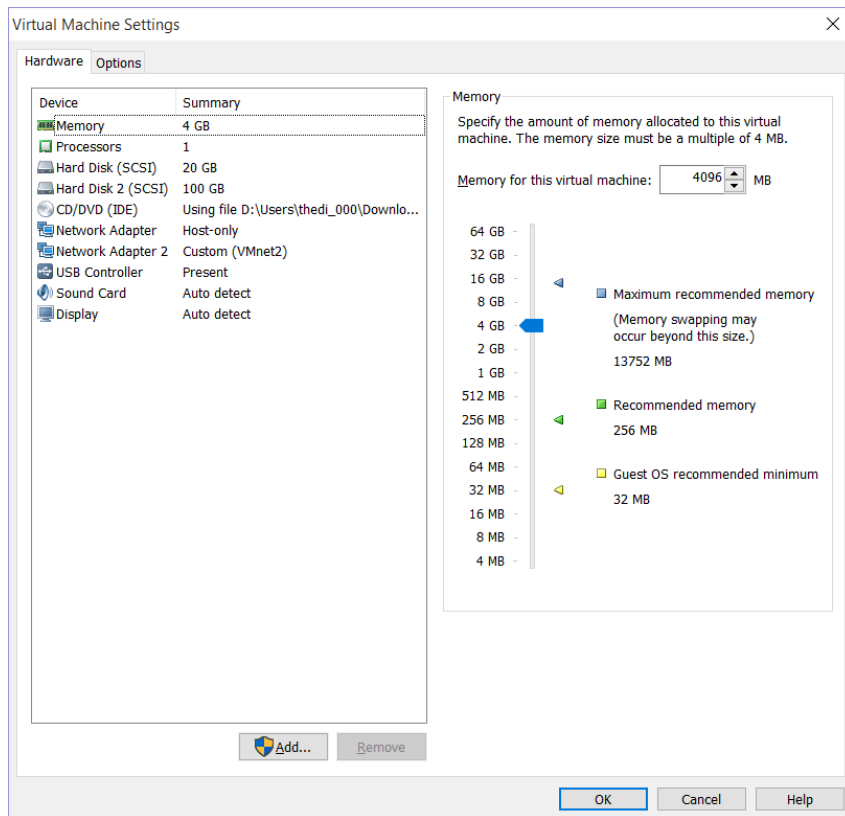
Captura 3.22

3.2.2 Requisitos

Y con esa imagen tendremos que hacer una máquina virtual que antes de iniciarla tenga estas características o similares. Los pasos de la creación de la máquina virtual se han omitido por simplicidad ya que el proceso se detalla en el apartado anterior.

- 8 GB de RAM para usar todos sus recursos, en nuestro caso solo necesitaremos 4GB.
- Dos discos duros: Uno para instalar el sistema operativo y otro para crear el *Datastore*.
- Una tarjeta de red: Nosotros usaremos dos, una para control y otra para el flujo de datos.

(*FreeNAS Hardware Requirements, s.f.*)



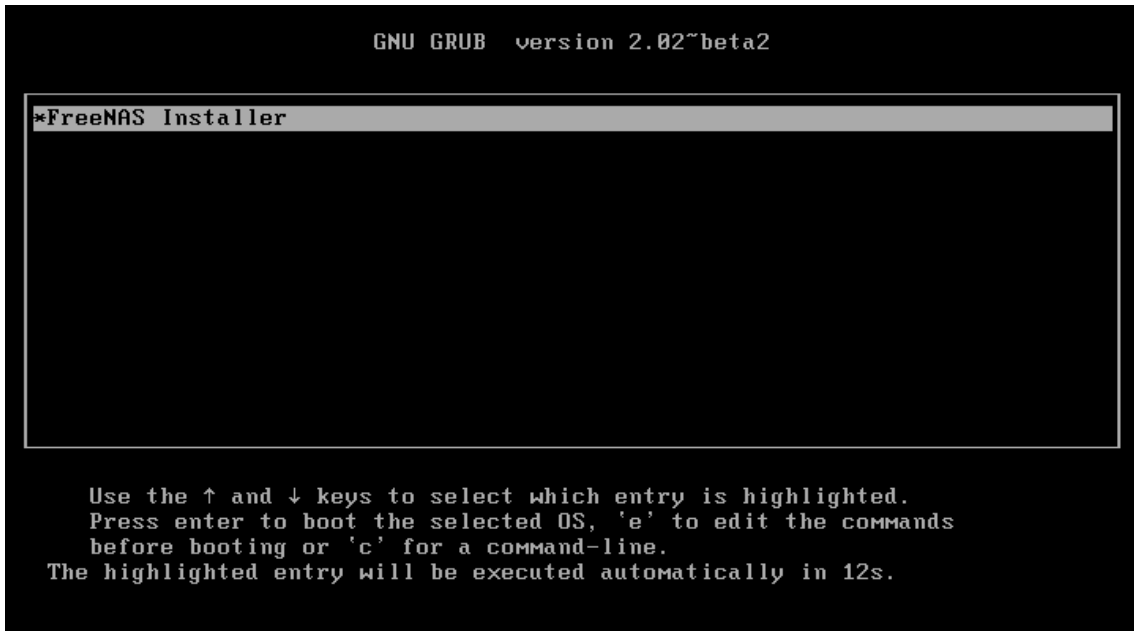
Captura 3.23

3.2.3 Configuración deseada

El almacenamiento en red es requisito básico de esta tecnología. Si lo pensamos un poco, aunque se pudiera migrar el almacenamiento a la vez que la máquina, este siempre tendría que realizarse a través de la red. Creando servicio de almacenamiento en red temporal. Actualmente se puede migrar el almacenamiento, dándonos también la posibilidad de apagar los servidores de almacenamiento, por el motivo que sea, sin que la máquina virtual se vea afectada. Todo esto hace que la infraestructura de red sea muy importante y en las instalaciones físicas funcionales se reserve redes únicamente para el almacenamiento. Por eso nosotros hemos añadido un adaptador de red virtual adicional.

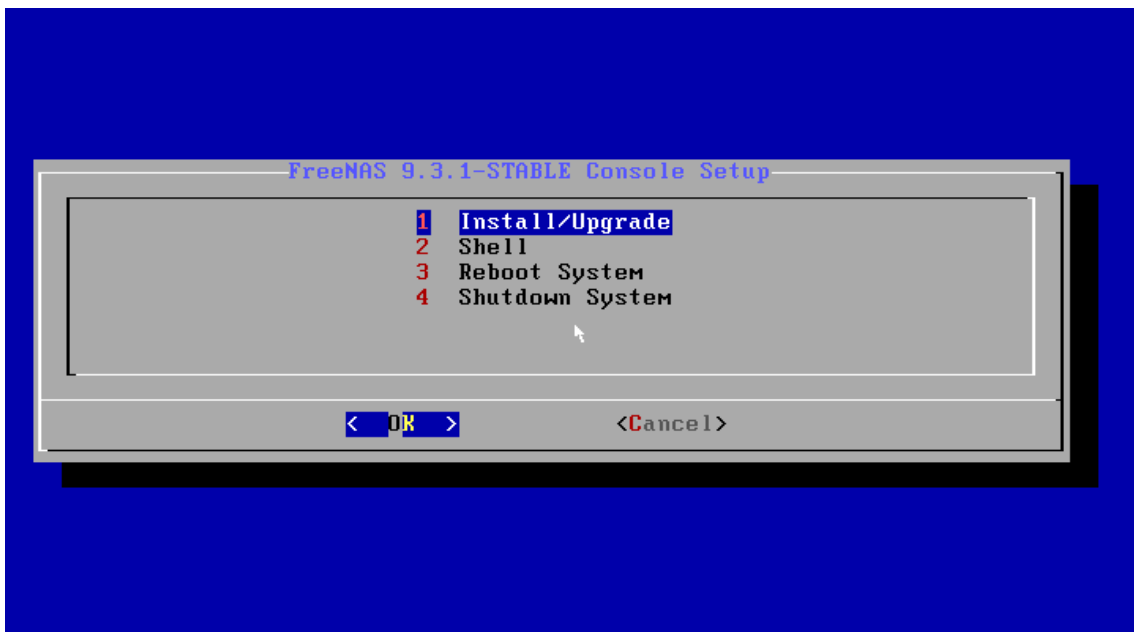
3.2.4 Procedimiento de Instalación

Empezamos la instalación.



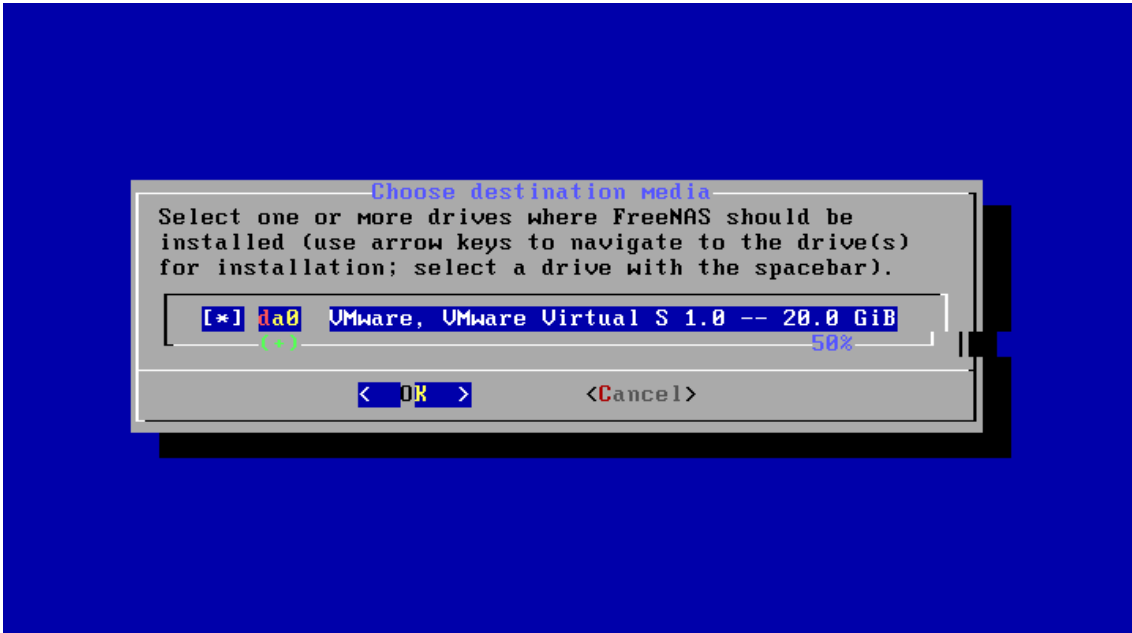
Captura 3.24

Seleccionamos **Install/Upgrade**.



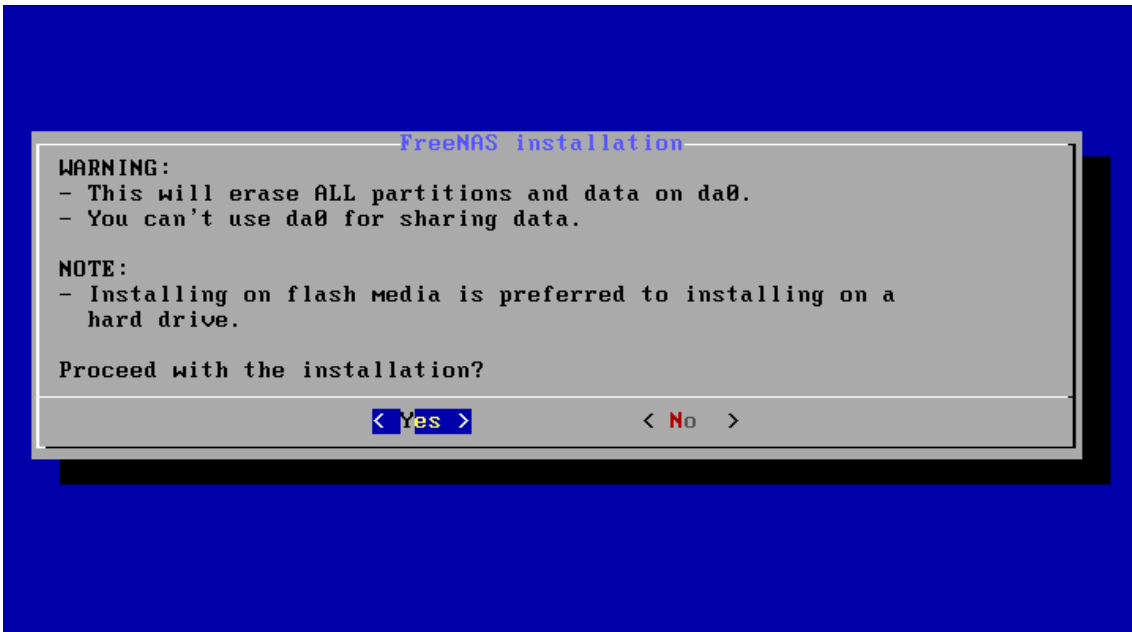
Captura 3.25

Nos aparece una lista con los discos duros en lo que podemos instalar, pueden ser varios si fuera necesario.

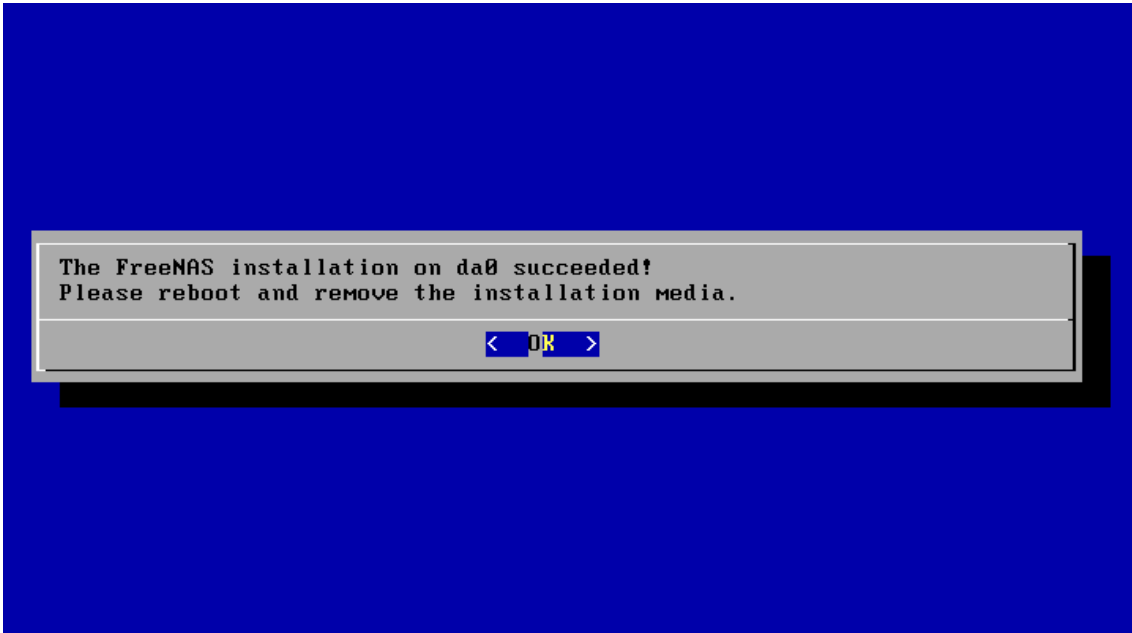


Captura 3.26

Nos pide confirmación para formatear el disco duro.

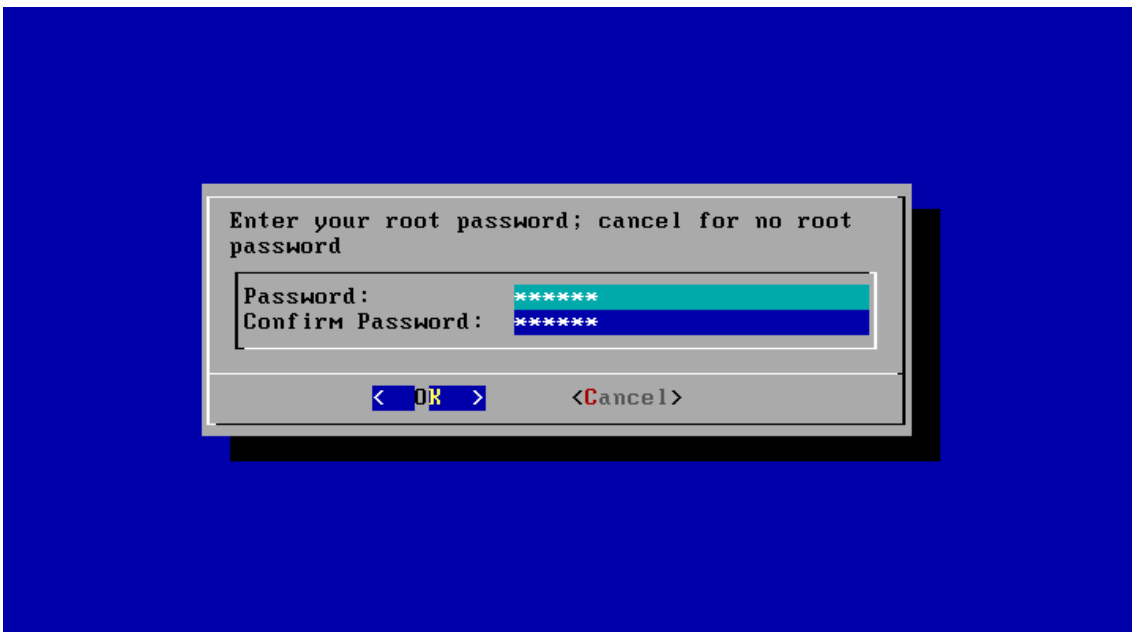


Captura 3.27



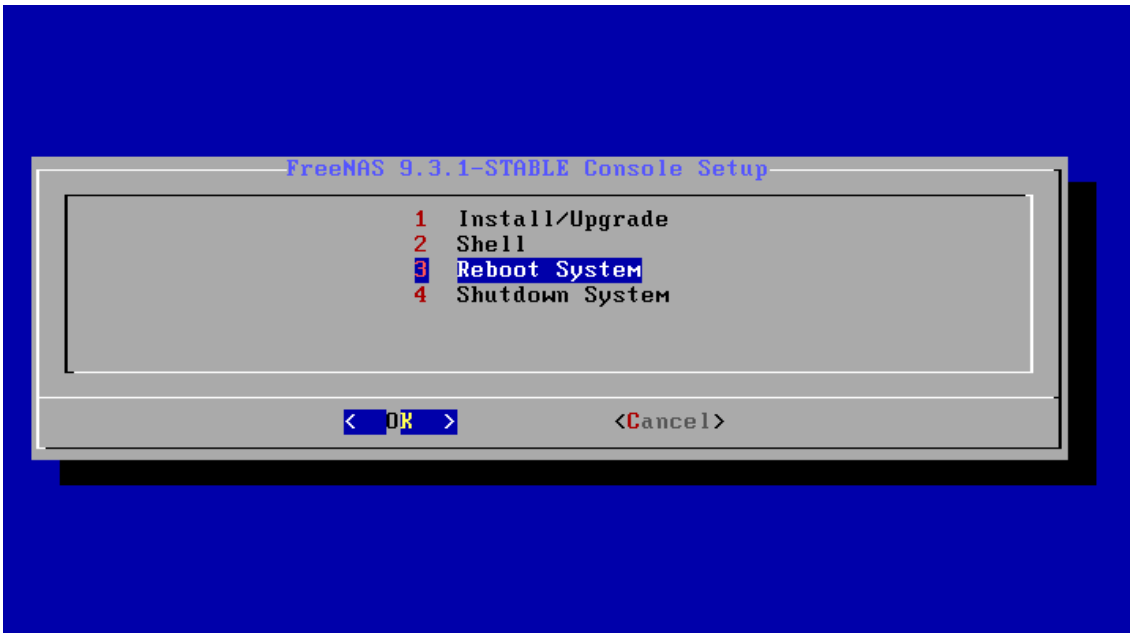
Captura 3.28

Introducimos la contraseña del usuario *root*.



Captura 3.29

Reiniciamos para arrancar el sistema.



Captura 3.30

3.2.5 Procedimiento de Configuración

Después del reinicio nos aparecerá esta pantalla donde se indica las direcciones IPs que va a utilizar la máquina. Cualquiera de las dos IPs valen para acceder a través de un navegador al sistema de control web, pero preferimos la de la red de control.

En esta pantalla podemos:

- Configurar la red
- Reseteo la contraseña *root*
- Volver a los valores de fábrica
- Acceder a la *Shell* del sistema
- Actualizar el sistema
- Crear y restaurar *backups*
- Reiniciar y apagar.

```
-----
1) Configure Network Interfaces
2) Configure Link Aggregation
3) Configure VLAN Interface
4) Configure Default Route
5) Configure Static Routes
6) Configure DNS
7) Reset Root Password
8) Reset to factory defaults
9) Shell
10) System Update (requires networking)
11) Create backup
12) Restore from a backup
13) Reboot
14) Shutdown

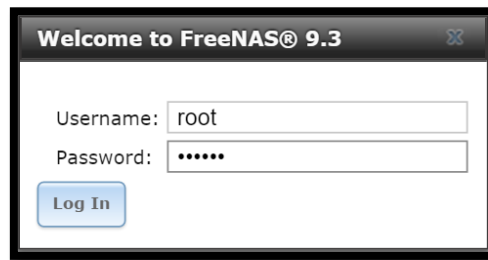
You may try the following URLs to access the web user interface:

http://192.168.1.131
http://192.168.2.129

Enter an option from 1-14: Sep 27 05:24:02 freenas ntpd_initres[6672]: host name
not found: 0.freebsd.pool.ntp.org
```

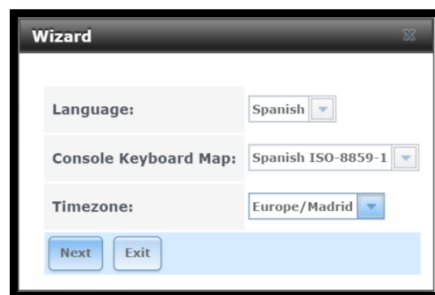
Captura 3.31

Accedemos a través del navegador web a la IP de la Captura 3.31. Introducimos las credenciales que hemos creado en la Captura 3.29.



Captura 3.32

Configuramos el idioma, teclado y la zona horaria.



Captura 3.33

Creamos un nuevo *Pool* con el disco adicional que añadimos. En el propósito, si tuviéramos un conjunto de discos nos dejaría elegir el tipo de RAID, para la virtualización se recomienda RAID 10 que sería la combinación de dos RAID 1 a través de un RAID 0. Tal y como se muestra en el Diagrama 3.1.

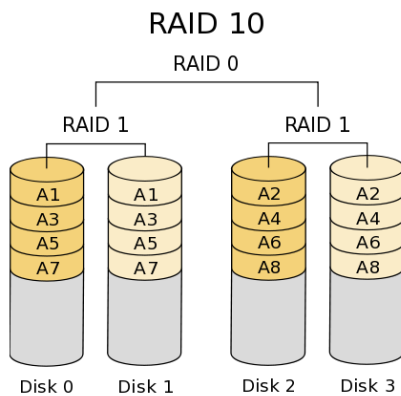
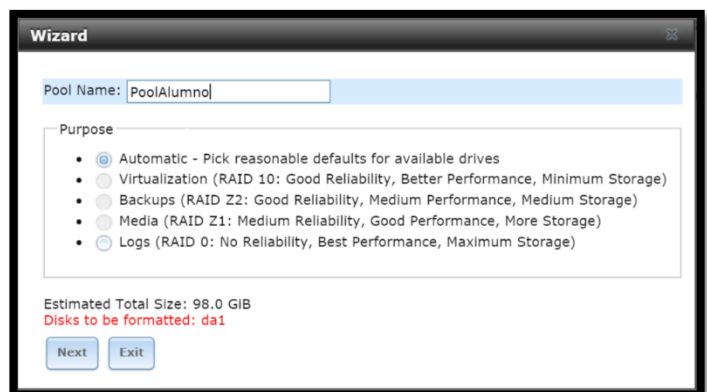


Diagrama 3.1 – RAID 10, recomendación para virtualización



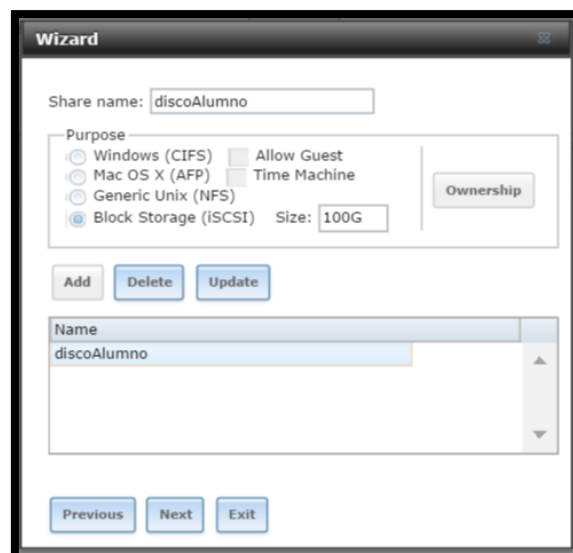
Captura 3.34

Dejamos en blanco la configuración del dominio. Si tuviéramos un dominio como por ejemplo www.uma.es introduciríamos los datos de este aquí.



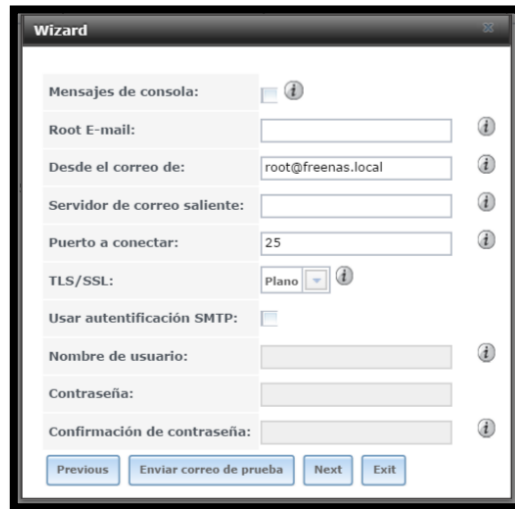
Captura 3.35

Seleccionamos *Block Storage (iSCSI)* ponemos el tamaño del disco que habíamos añadido y pulsamos **Add**. Las demás opciones soportan los diferentes protocolos propios de los sistemas operativos Windows, Mac OS X y Unix.



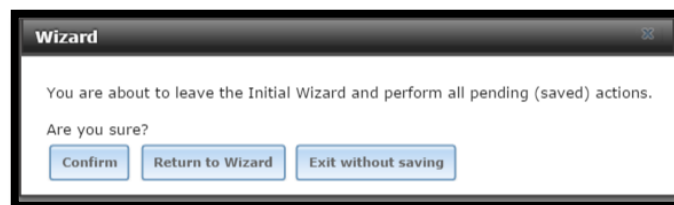
Captura 3.36

Dejamos en blanco la configuración del servidor de correo. Si fuera una instalación real, la configuración del correo es muy útil ya que envía automáticamente cambios o problemas al correo.



Captura 3.37

Confirmamos la configuración.

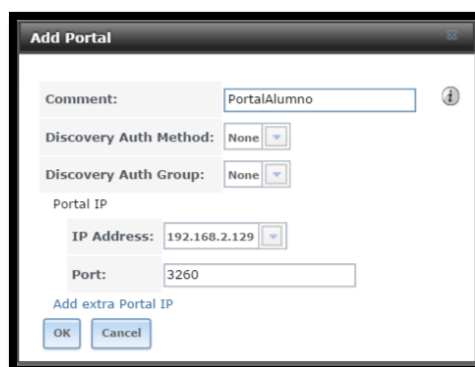


Captura 3.38

Vamos a configurar el servidor *Block iSCSI* para ello tendemos que añadir un portal:

Compartido => Block (iSCSI) => Portales => Add

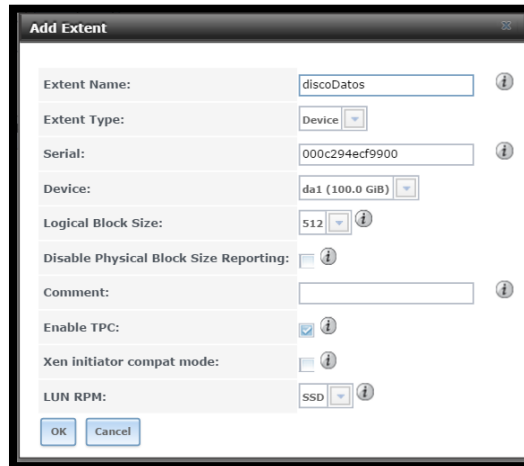
Y seleccionamos la IP de la red de datos. En la autenticación si la configuramos podríamos elegir entre CHAP y Mutual CHAP.



Captura 3.39

Nos movemos a la pestaña **Extender** y añadimos el disco de datos. En el tipo podemos elegir entre **Dispositivo** y **Archivo**, si elegimos un dispositivo tiene que ser una unidad de disco y si

elegimos un archivo ser creara un archivo que representa nuestra unidad compartida. El número de serie lo rellena automáticamente respecto al dispositivo seleccionado. Nos deja elegir el tamaño de bloque y la siguiente casilla es para desactivar las advertencias sobre el tamaño de bloque, ya que a veces hay problemas de compatibilidad. En este caso habilitando TPC permitimos al iniciador (el cliente de la unidad compartida) copiar datos a través de `xcopy` a otra unidad externa, es decir copiar a un *datastore* alojado en otro servidor. Y por último **LUN RPM** es la velocidad de nuestro disco duro.



Captura 3.40

En **Destinos** o **Targets** tenemos que rellenar el nombre del destino y seleccionar el portal que hemos creado en la Captura 3.39.



Captura 3.41

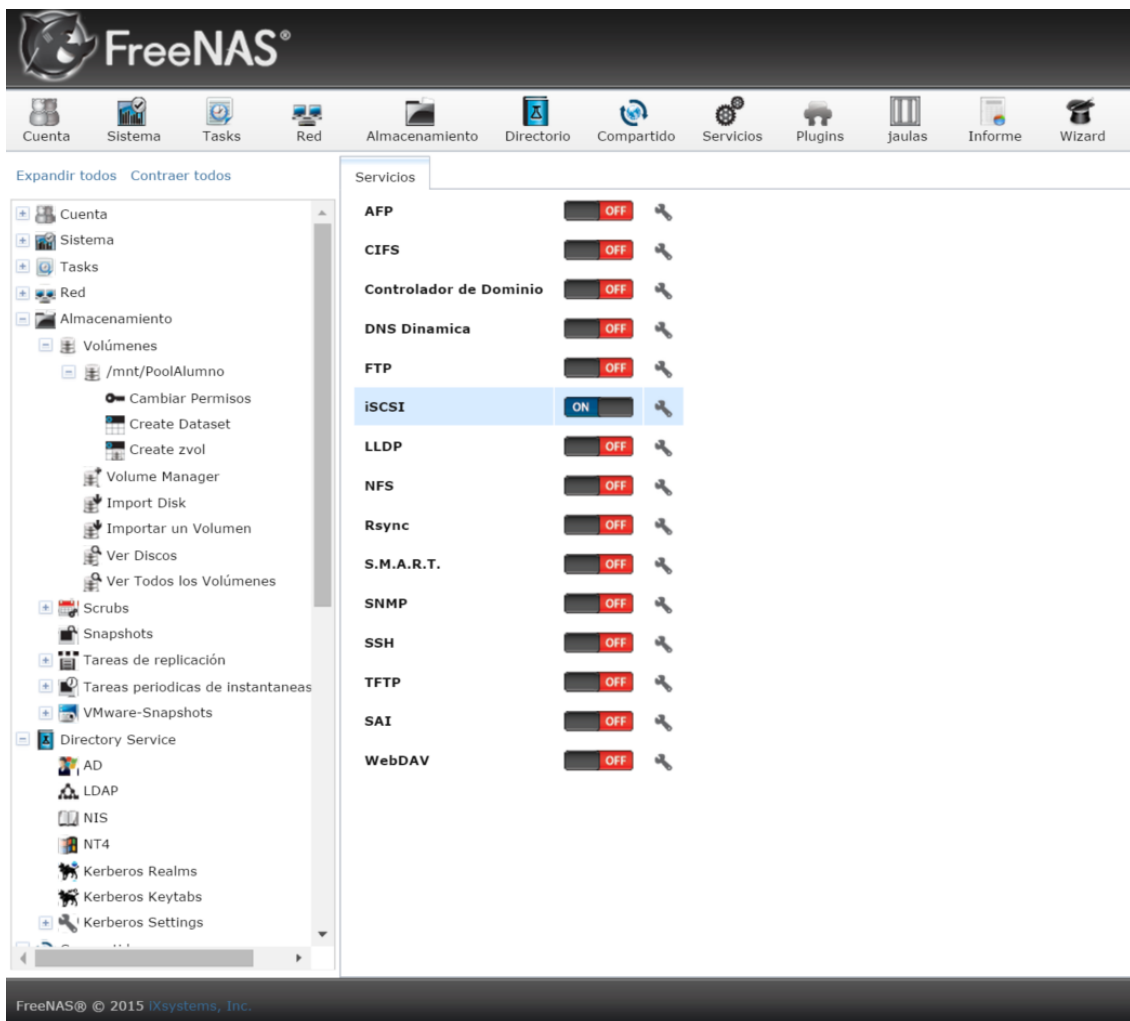
En la pestaña **Destinos asociados** tenemos que asociar el destino y el medio. El **LUN ID** es el numero identificativo de la unidad lógica.



Captura 3.42

Ya hemos configurado nuestro servidor iSCSI. Lo último que nos falta es activar el servicio.

Vamos a la pestaña **Servicios** y ponemos a **ON** el servicio **iSCSI**.



Captura 3.43

Nuestro servidor iSCSI ya está configurado y funcionando.

3.3 VMware vCenter Server 6

3.3.1 Introducción

VMware vCenter Server es la joya de la corona de VMware. Permite unificar la gestión de todos los *hosts* y sus respectivas máquinas virtuales de uno o varios *datacenters*. Esto permite a los administradores simplificar las tareas de mantenimiento, reduciendo la complejidad y por lo tanto el coste de la gestión del sistema. Esto va relacionado con su precio ya que la licencia más barata, que solo incluye 3 host ESXi por un año, cuesta 2220,50 € (Primer trimestre 2016). Este software se distribuye gratuitamente con finalidades académicas para los alumnos de la universidad de Málaga a través del programa académico de VMware para el departamento de Arquitectura de Computadores. Sus principales funciones entre otras son:

- VMware vSphere vMotion
- VMware vSphere Distributed Resource Scheduler
- VMware vSphere High Availability (HA)
- VMware vSphere Fault Tolerance
- VMware vCenter Orchestrator

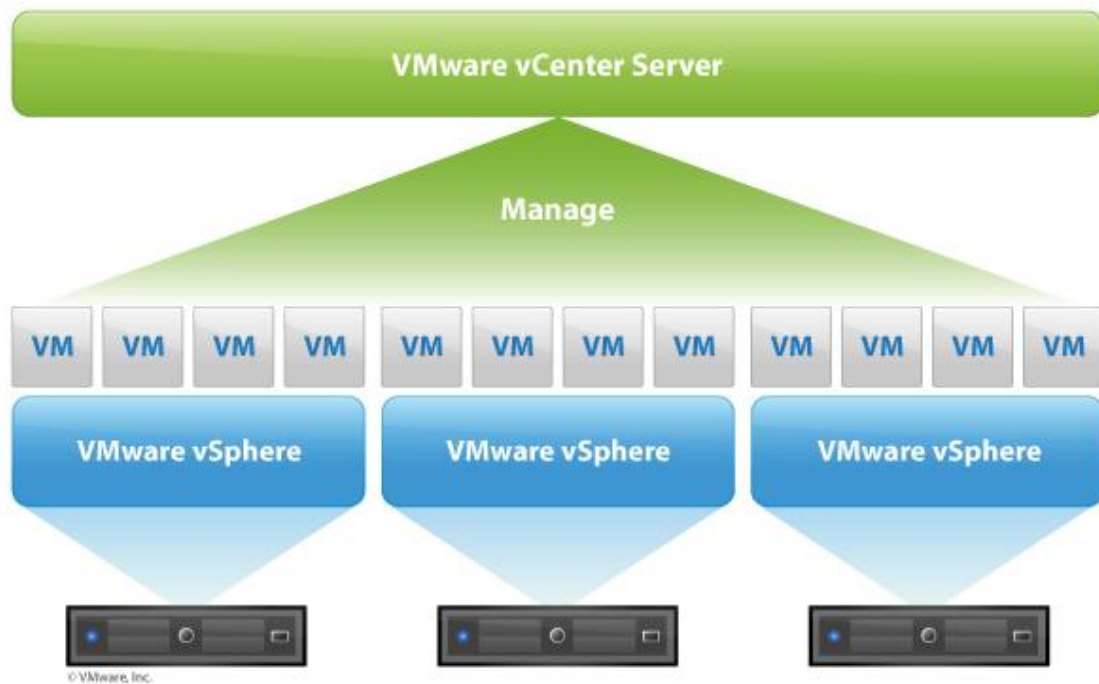


Diagrama 3.2 - Un servidor para controlarlos a todos. Imagen propiedad de VMware Inc.

3.3.2 Requisitos

Un vCenter Server se instala como una máquina virtual por lo tanto necesitaremos un ESXi con requisitos mínimos de:

- 8 GB de RAM
- 2 Cores de procesador
- 20 GB de espacio libre en el disco duro

3.3.3 Configuración deseada

El vCenter es nuestro centro de gestión de los ESXi pero a su vez tiene que estar dentro de un ESXi ya que es una máquina virtual. Con el solo necesitaremos que la red del ESXi que lo contiene esté conectada a los ESXi que queremos controlar. También tiene la capacidad de migrarse a sí mismo.

3.3.4 Procedimiento de Instalación

A diferencia de las versiones anteriores la distribución del software vCenter Server 6 se hace a través de una imagen ISO, en vez de un archivo OVA, archivo comprimido con la máquina virtual. Esta imagen ISO se debe grabar o montar en un dispositivo virtual.

ste equipo > Unidad de DVD (E:) VMware VCSA

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
dbschema	05/03/2015 2:54	Carpeta de archivos	
vcsa	05/03/2015 2:54	Carpeta de archivos	
vcsa-cli-installer	05/03/2015 2:54	Carpeta de archivos	
readme	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-de	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-fr	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-ja	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-ko	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-zh-CN	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-zh-TW	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
vcsa-setup	05/03/2015 2:54	Archivo HTML	1.834 KB

Captura 3.44

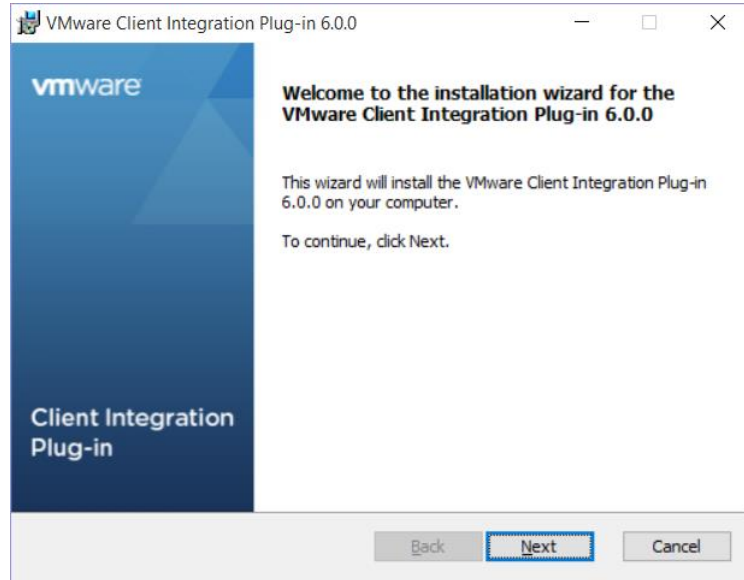
Hay que navegar a la carpeta `vcsa` ya que la instalación se hará a través de un navegador y para ello necesitaremos instalar un *plug-in*, que se encuentra en esa carpeta.

e equipo > Unidad de DVD (E:) VMware VCSA > vcsa

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
version	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	1 KB
VMware-ClientIntegrationPlugin-6.0.0	05/03/2015 2:54	Aplicación	97.312 KB
vmware-vcsa	05/03/2015 2:54	Archivo	1.868.437 ...

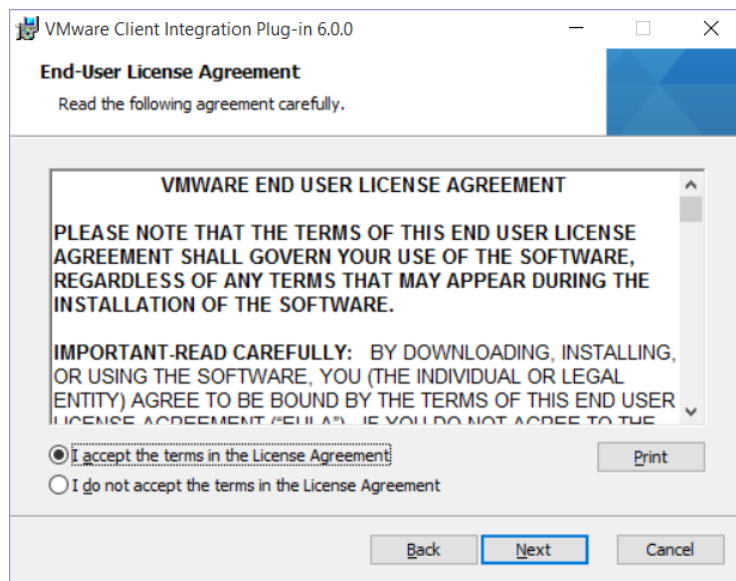
Captura 3.45

3.3.4.1 Instalación VMware Client Integration Plug-in 6.0.0



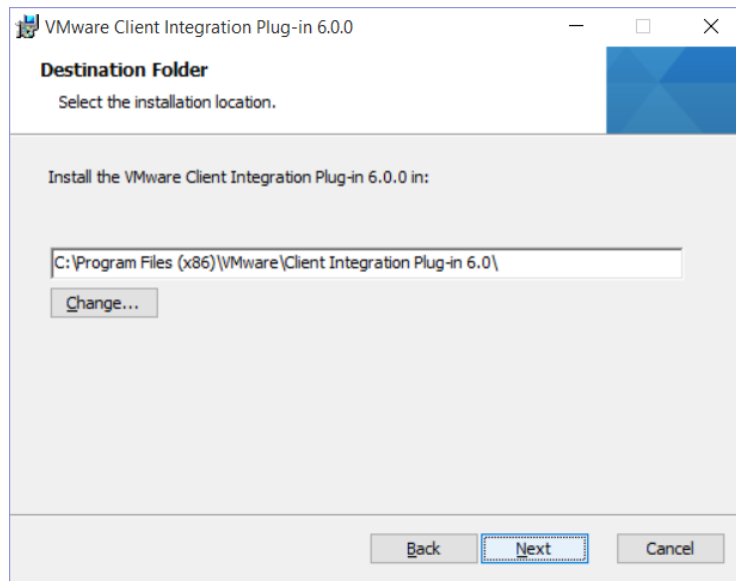
Captura 3.46

Leemos y aceptamos los términos de la licencia.



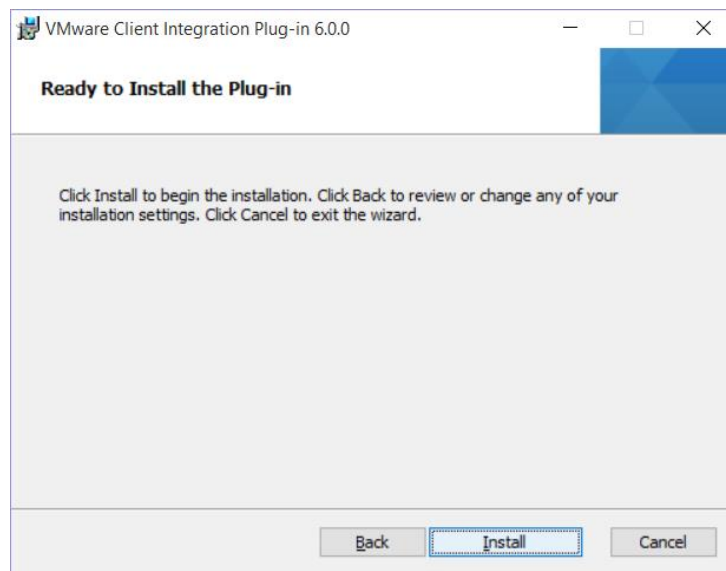
Captura 3.47

Elegimos la carpeta destino para la instalación.



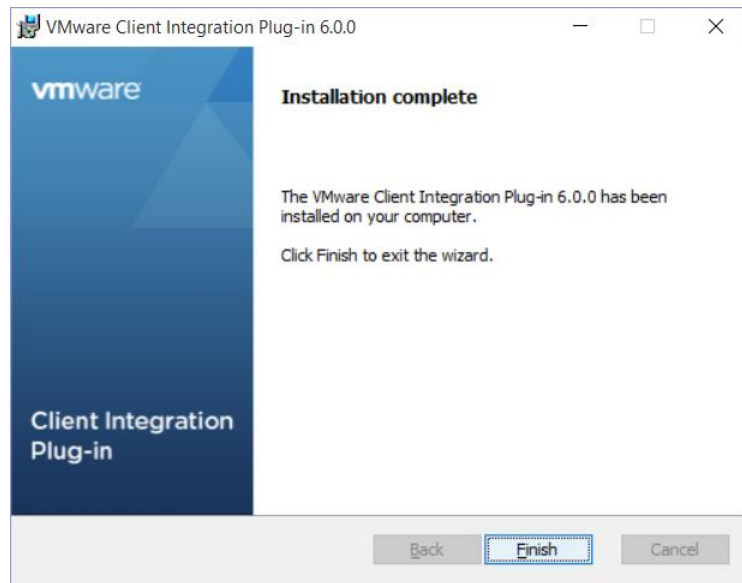
Captura 3.48

Empezamos la instalación.



Captura 3.49

Nos informa de la finalización de la instalación y acabamos.



Captura 3.50

Si tenemos algún problema con la instalación del *plug-in* podemos probar con diferentes navegadores.

3.3.4.2 Instalación Web based

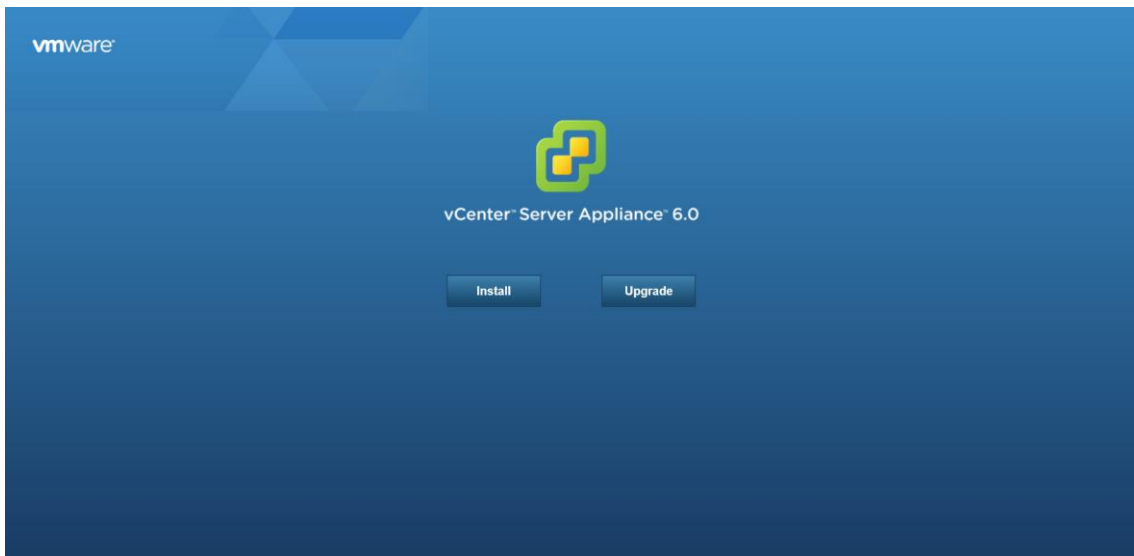
El siguiente paso es abrir el archivo `vcsa-setup.html` con algún navegador.

equipo > Unidad de DVD (E:) VMware VCSA

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
dbschema	05/03/2015 2:54	Carpeta de archivos	
vcsa	05/03/2015 2:54	Carpeta de archivos	
vcsa-cli-installer	05/03/2015 2:54	Carpeta de archivos	
readme	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-de	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-fr	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-ja	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-ko	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-zh-CN	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
readme-zh-TW	05/03/2015 2:54	Documento de tex...	2 KB
vcsa-setup	05/03/2015 2:54	Archivo HTML	1.834 KB

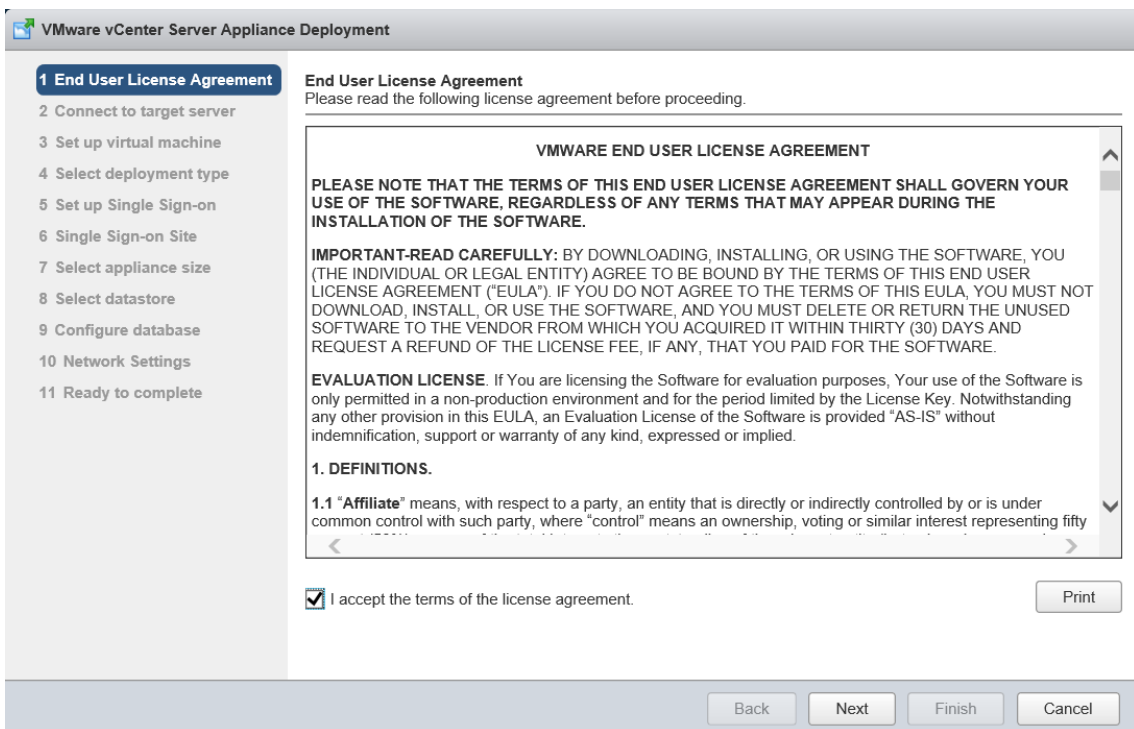
Captura 3.51

Nos permite actualizar un vCenter antiguo o hacer una instalación limpia.



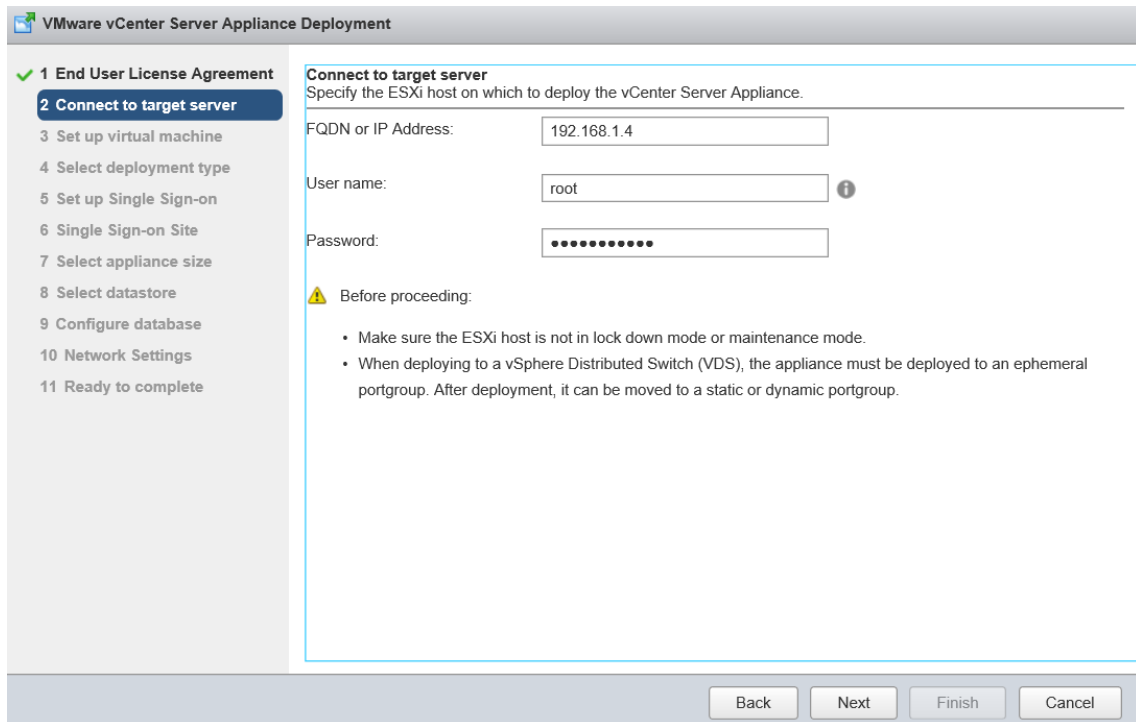
Captura 3.52

Seleccionamos instalar, leemos y aceptamos la licencia de usuario.



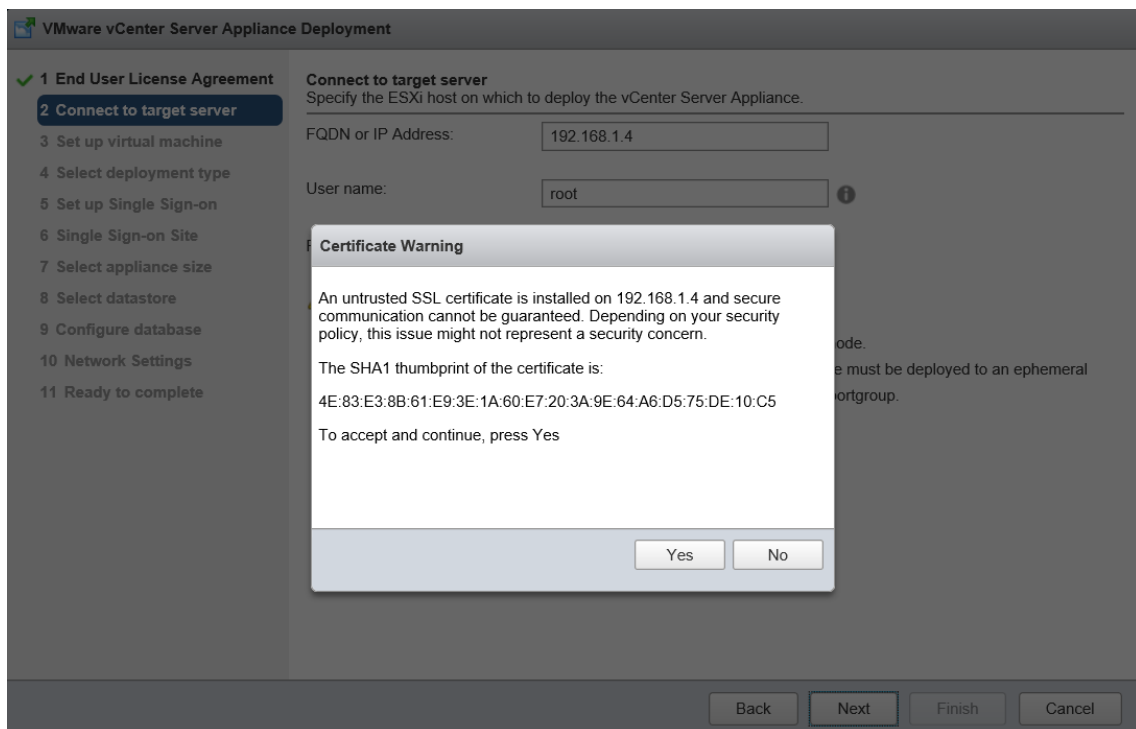
Captura 3.53

Necesitamos obligatoriamente un ESXi en el que desplegar el vCenter. Aquí introducimos la IP y las credenciales.



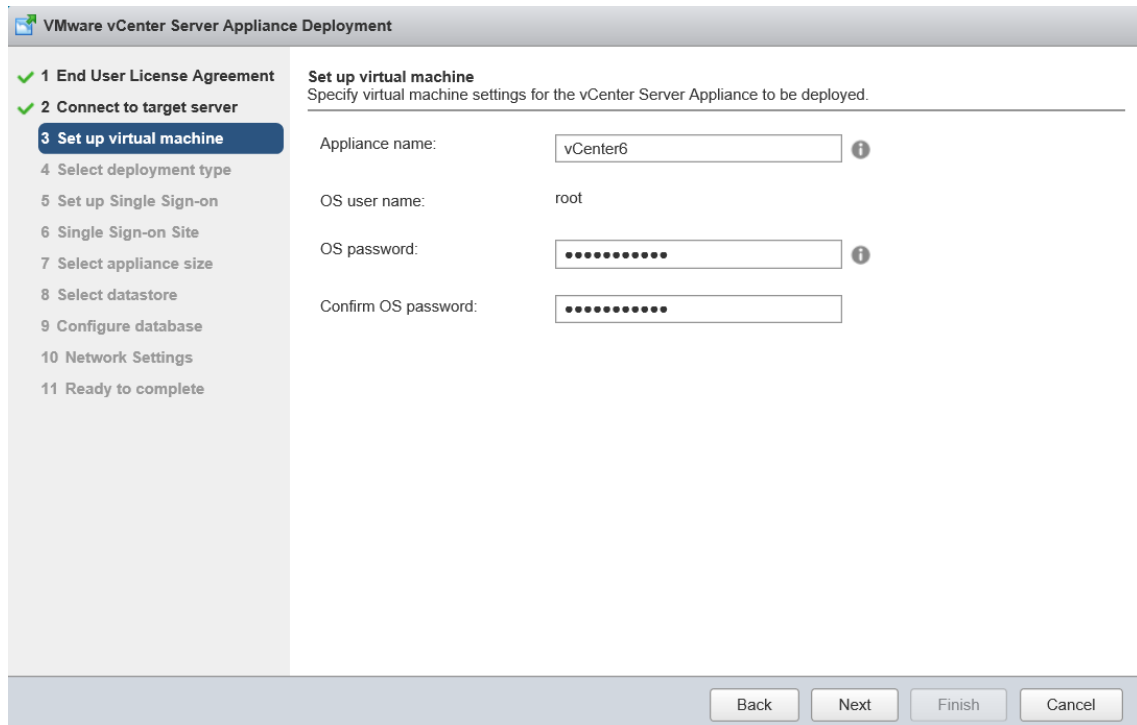
Captura 3.54

Aparece un aviso de seguridad al ser la primera conexión y no haber instalado el certificado SSL manualmente.



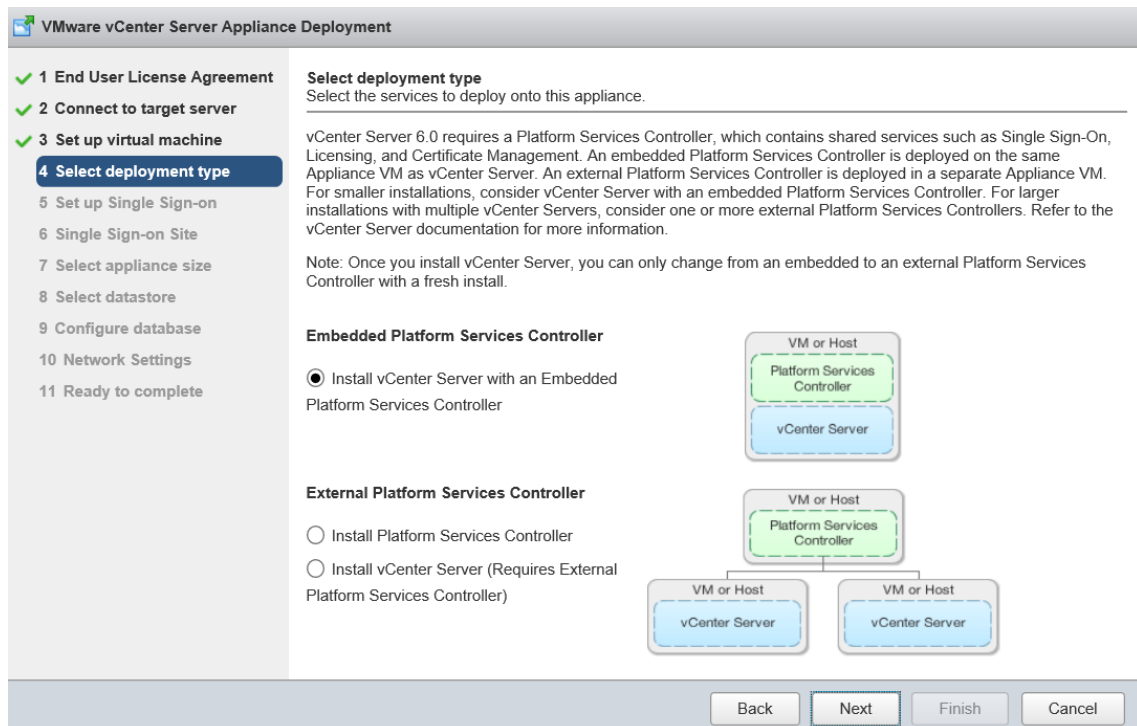
Captura 3.55

Estas credenciales son para este vCenter en concreto más adelante crearemos una contraseña única por si tuviéramos más vCenters.



Captura 3.56

Hay que decidir si queremos una plataforma de servicios integrados o una externa, la externa como se ve en el dibujo sirve para tener varios vCenter conectados.



Captura 3.57

En este paso se crea un *Single Sign-on* (autenticación única) que serviría para todos los vCenter si tuviéramos varios.

VMware vCenter Server Appliance Deployment

1 End User License Agreement
2 Connect to target server
3 Set up virtual machine
4 Select deployment type
5 Set up Single Sign-on
6 Select appliance size
7 Select datastore
8 Configure database
9 Network Settings
10 Ready to complete

Set up Single Sign-on (SSO)
Create or join a SSO domain. An SSO configuration cannot be changed after deployment.

Create a new SSO domain
 Join an SSO domain in an existing vCenter 6.0 platform services controller

vCenter SSO User name: administrator

vCenter SSO Password: [password field] ⓘ

Confirm password: [password field]

SSO Domain name: vsphere.local ⓘ

SSO Site name: Frist-Default-Site ⓘ

⚠ Before proceeding, make sure that the vCenter Single Sign-On domain name used is different than your Active Directory domain name.

Back Next Finish Cancel

Captura 3.58

Aquí elegimos el tamaño del vCenter, en este caso es el más pequeño.

VMware vCenter Server Appliance Deployment

1 End User License Agreement
2 Connect to target server
3 Set up virtual machine
4 Select deployment type
5 Set up Single Sign-on
6 Select appliance size
7 Select datastore
8 Configure database
9 Network Settings
10 Ready to complete

Select appliance size
Specify a deployment size for the new appliance

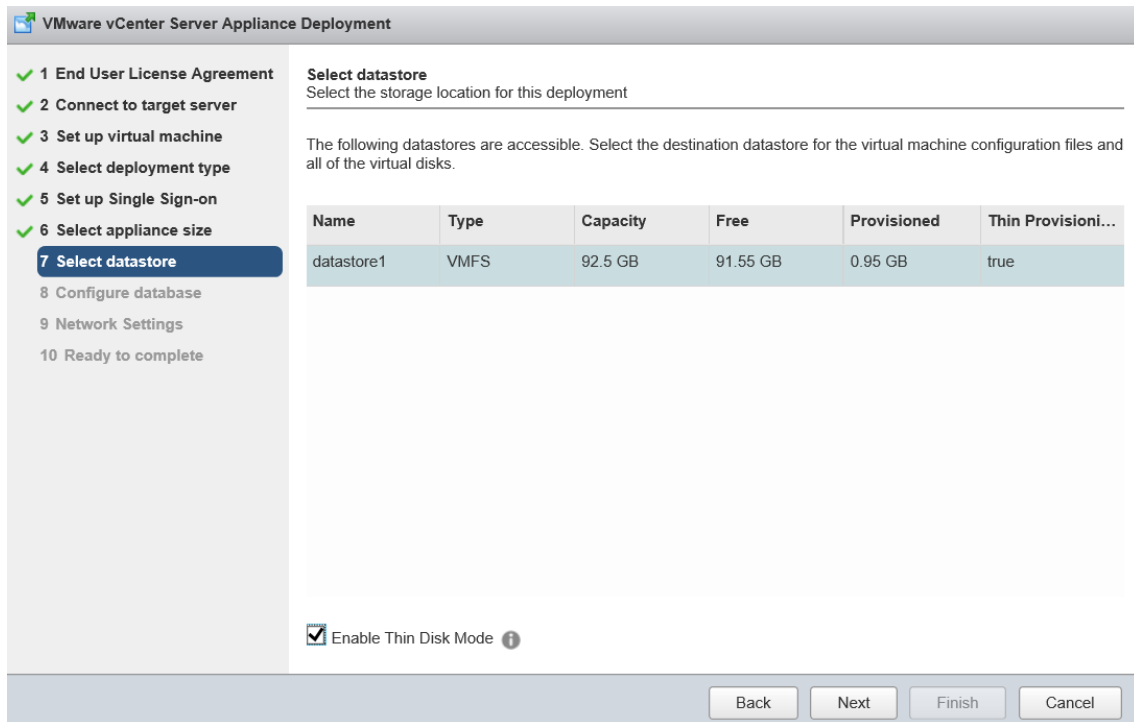
Appliance size: Tiny (up to 10 hosts, 100 VMs) ▼

Description:
This will deploy a Tiny VM configured with 2 vCPUs and 8 GB of memory and requires 120 GB of disk space. This option contains vCenter Server with an embedded Platform Services Controller.

Back Next Finish Cancel

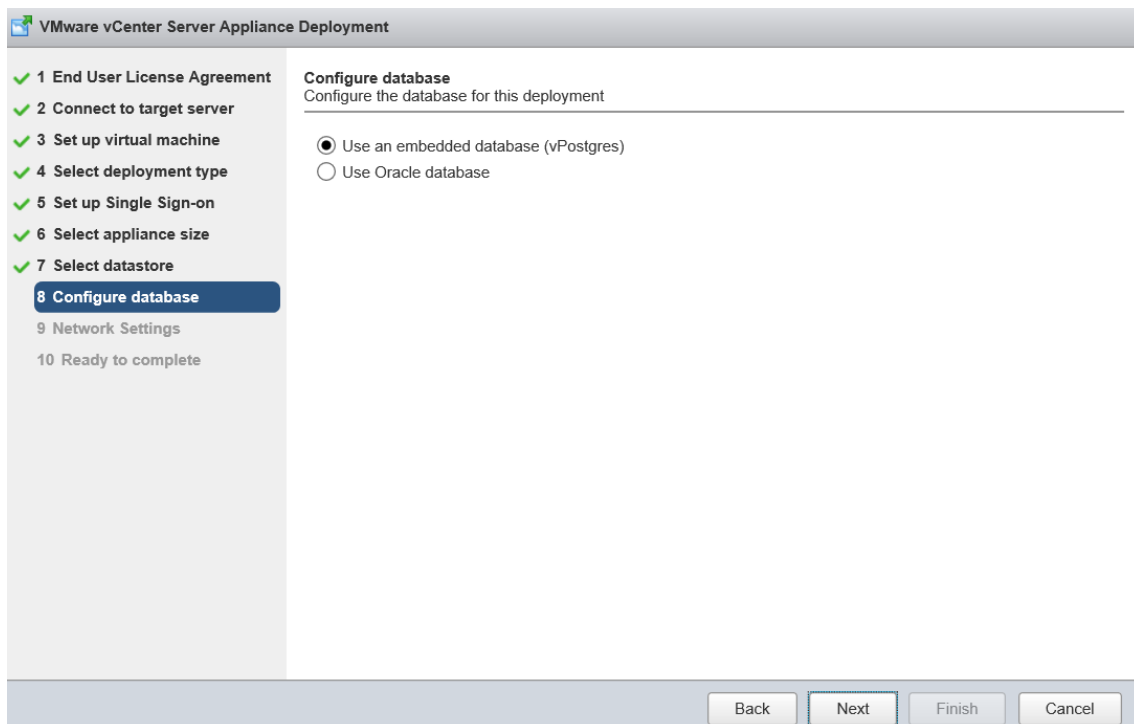
Captura 3.59

Seleccionamos el *datastore* pertinente y habilitamos el modo **Thin Disk** para que no se preasigne el espacio del disco duro.



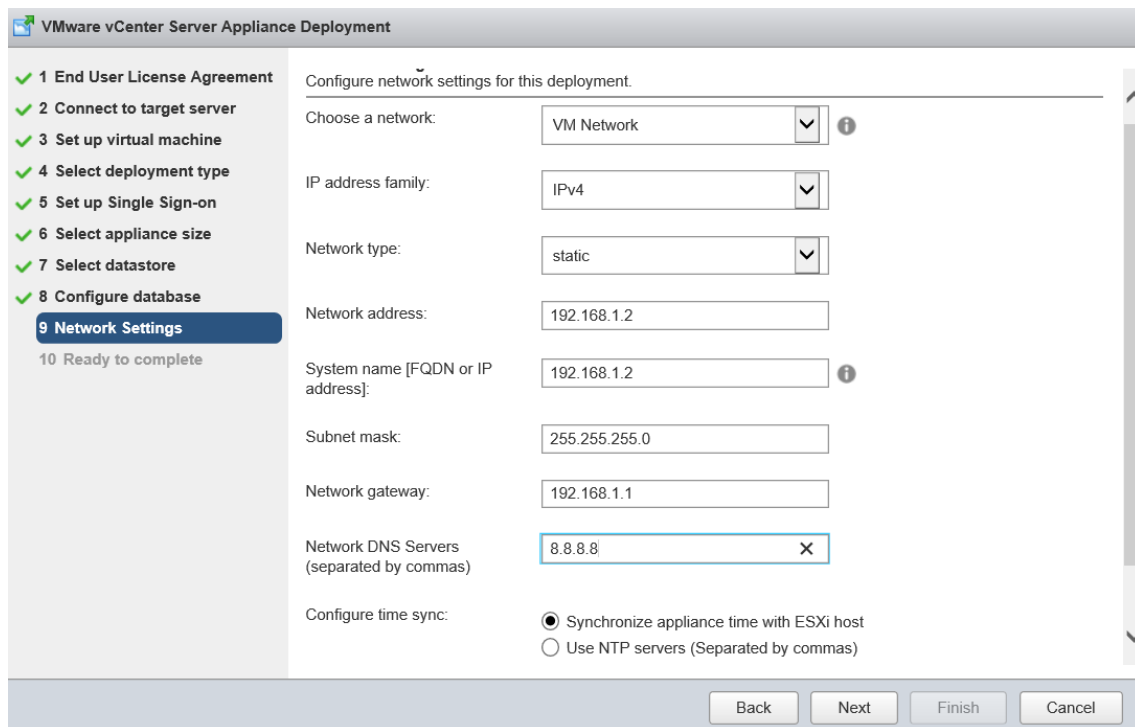
Captura 3.60

Usamos la base de datos integrada (*vPostgres*).



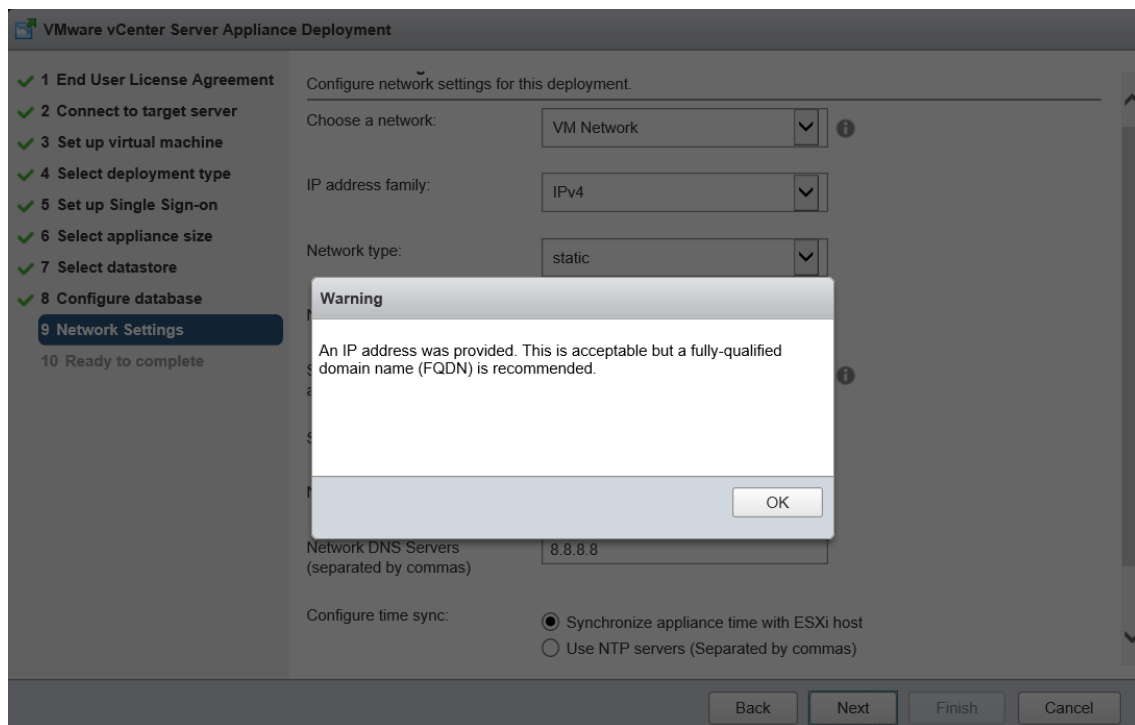
Captura 3.61

Rellenamos la configuración de red, la puerta de enlace y las DNS son obligatorias, aunque estemos en una red sin conexión a internet. Podemos ponerlas arbitrariamente si es este caso.



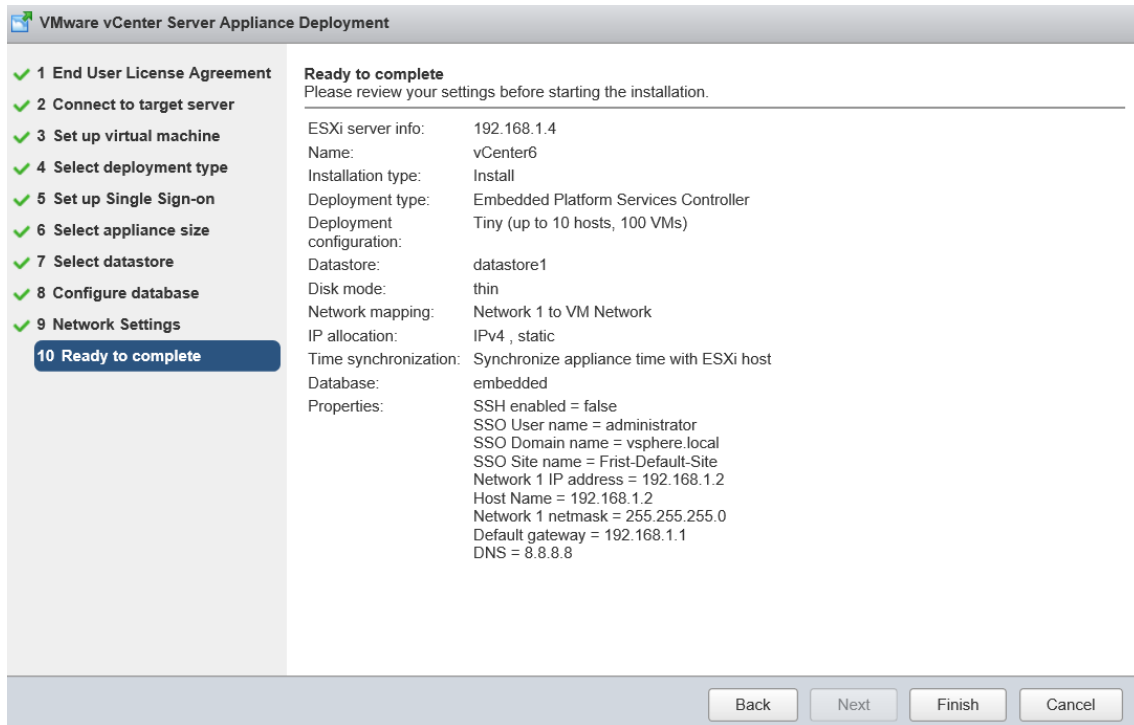
Captura 3.62

Al no tener un dominio propio, hemos preferido poner la IP directamente en vez de un nombre de dominio completo, si estuviéramos en otro caso podríamos poner como ejemplo: vsphere1.dominio.com. Aunque poner el FQDN (Fully Qualified Domain Name) puede dar fallos, si esto ocurre simplemente recurrir a la IP.

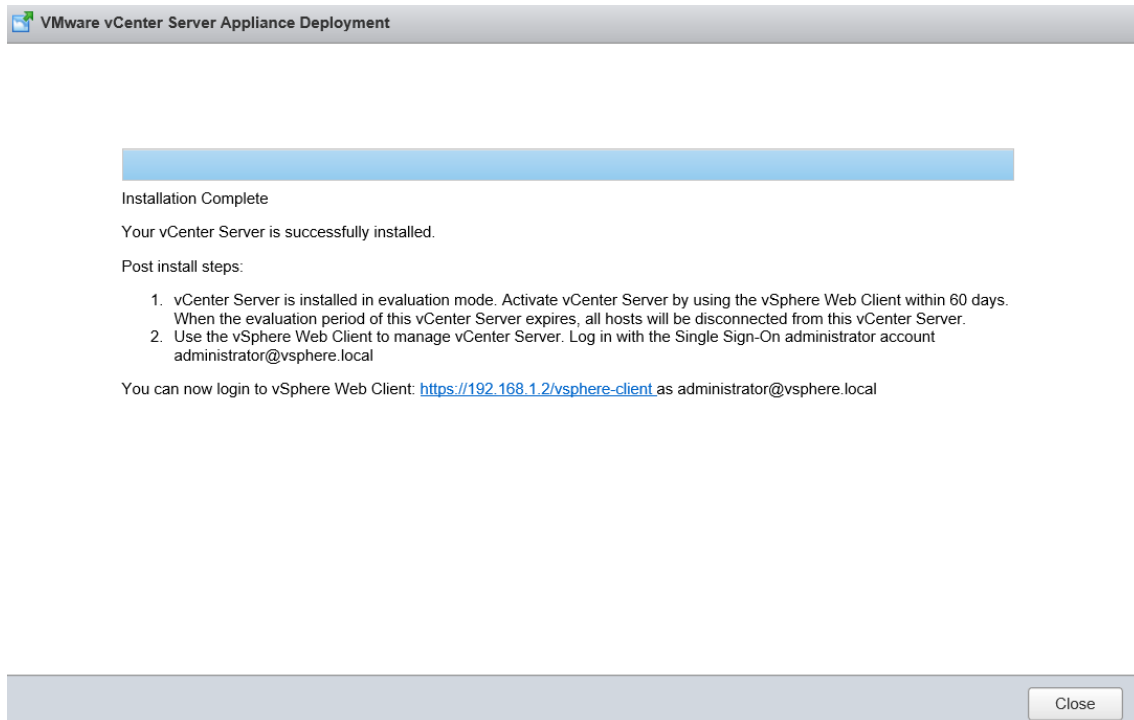


Captura 3.63

Nos muestra la configuración y finalizamos.



Captura 3.64



Captura 3.65

3.3.5 Procedimiento de Configuración del Prototipo

3.3.5.1 Añadir y configurar ESXis

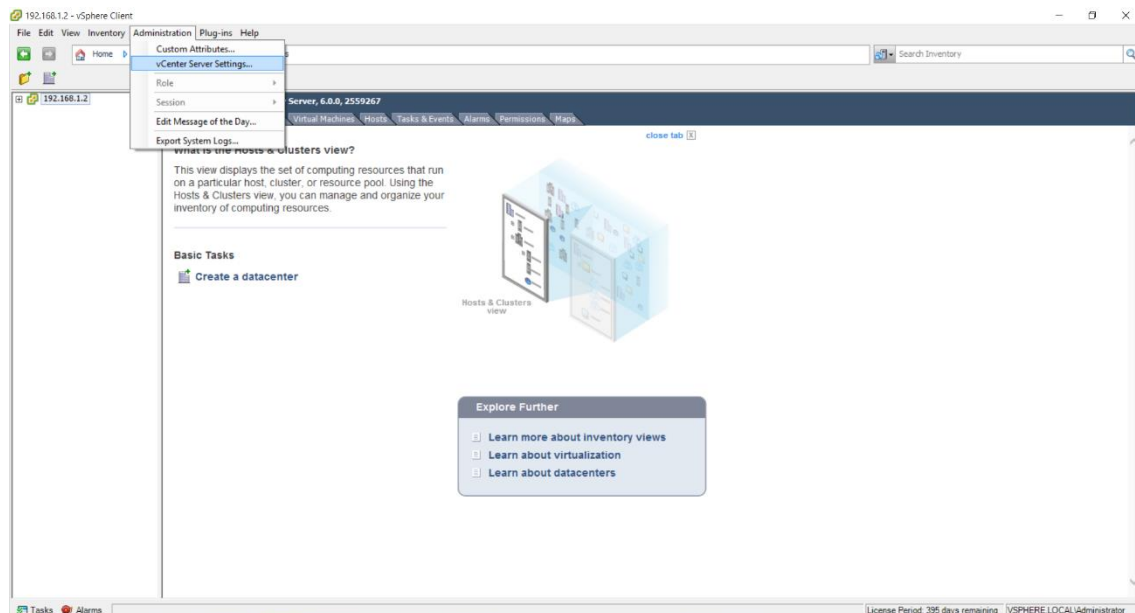
Nos conectamos a través VMware vSphere Client.



Captura 3.66

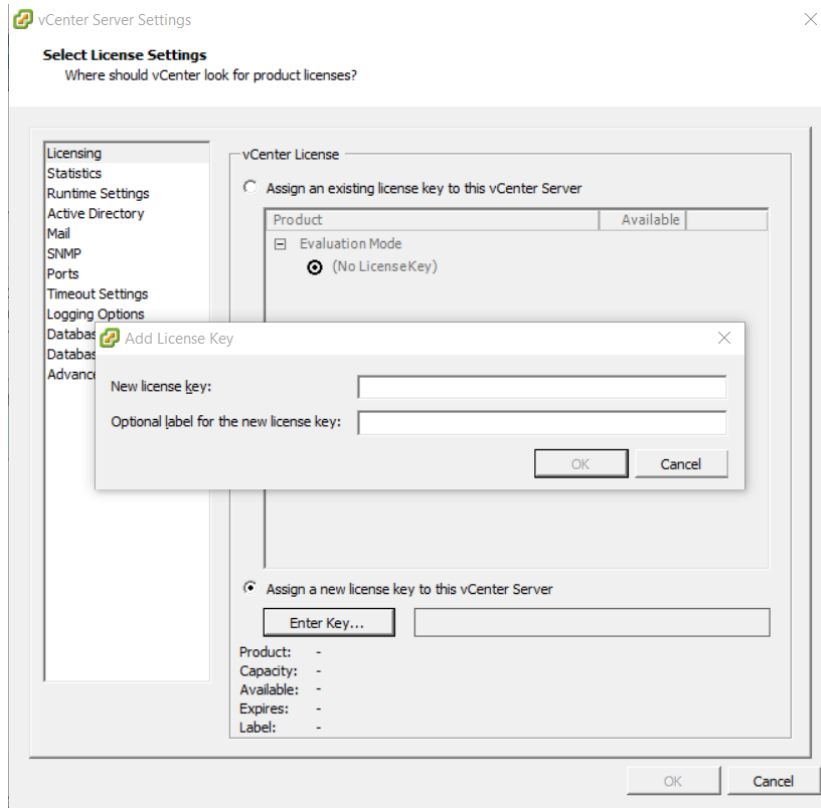
Queremos introducir la licencia y accedemos a través de:

Administration => vCenter Server Settings... => Licensing



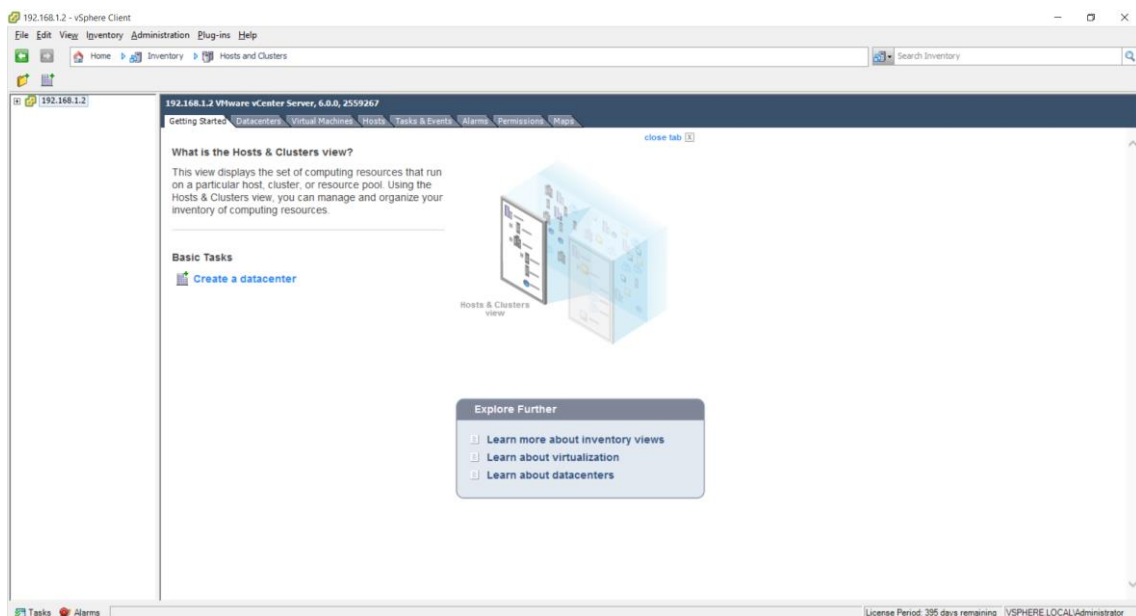
Captura 3.67

Seleccionamos **Assign a new license key to this vCenter Server** y pulsamos el botón **Enter Key**. En el primer *textbox* introduciremos la licencia y en el segundo podemos poner un nombre opcional relacionado con ella.



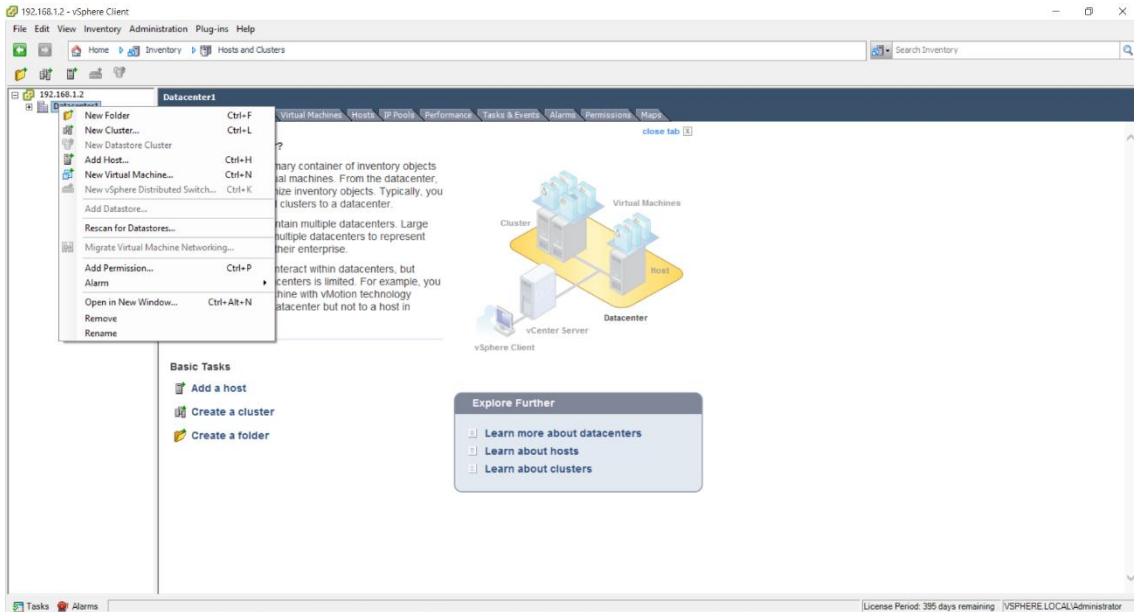
Captura 3.68

Ahora crearemos un nuevo *datacenter*, podemos hacerlo desde la página inicial **Getting Started** => **Create a datacenter** o pulsando el botón derecho sobre la IP o FQDN del vCenter al que queramos añadir el *datacenter* o ya habiendo seleccionado el vCenter pulsando sobre el segundo botón de la barra inferior de herramientas.



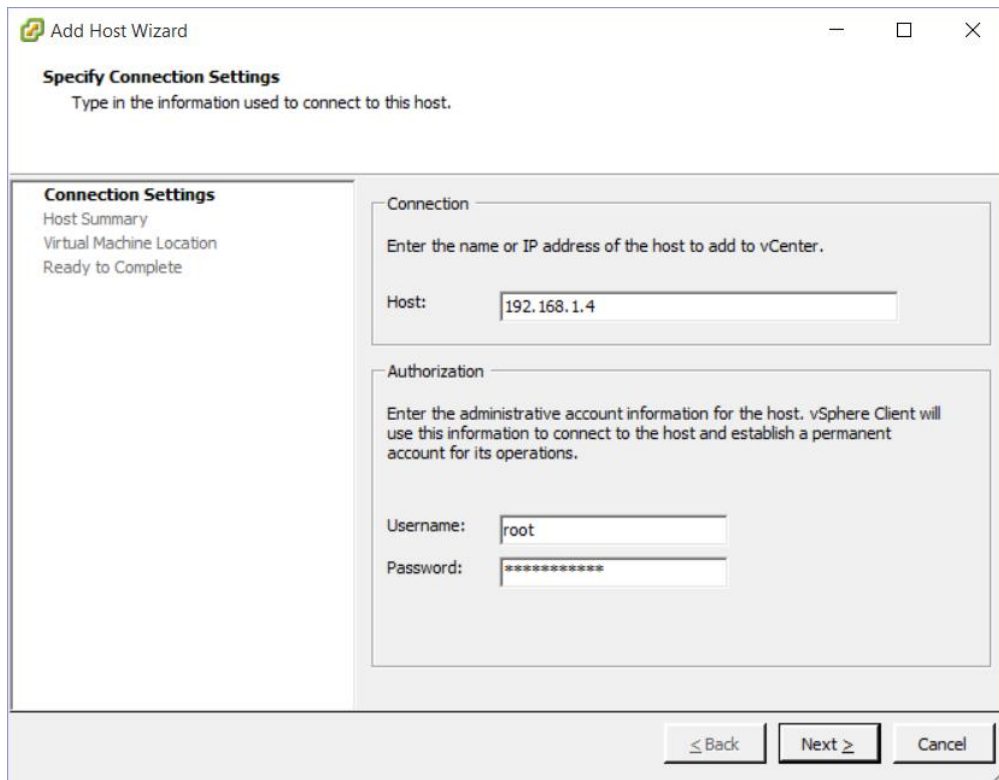
Captura 3.69

El siguiente paso es añadir los *hosts* y para ello podemos también hacerlo desde varias maneras que se ven intuitivamente en la Captura 5.27.



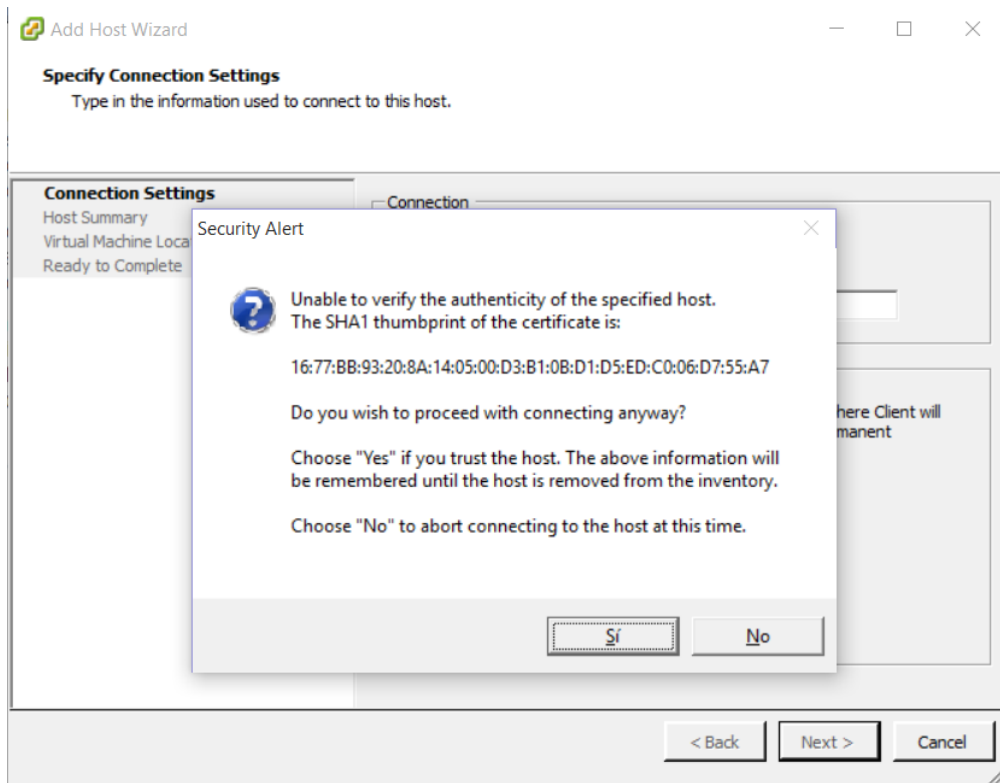
Captura 3.70

Para añadir un ESXi tendremos que conocer su IP y sus credenciales asociadas.



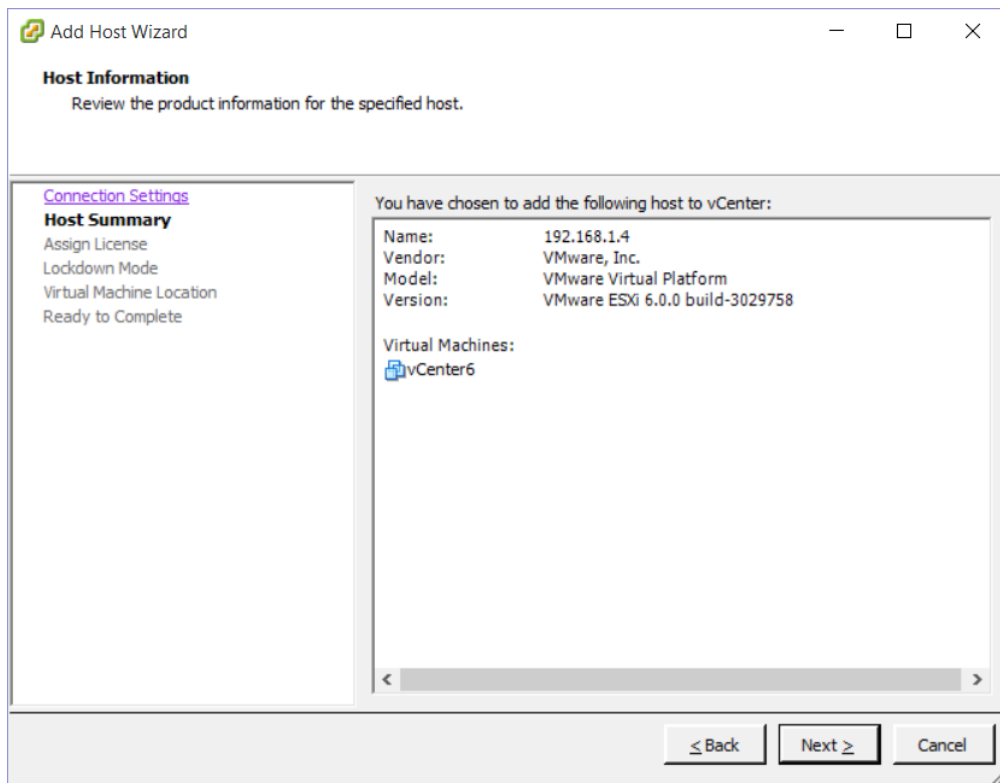
Captura 3.71

Si no hemos instalado el certificado SSL nos aparecerá una alerta de seguridad.



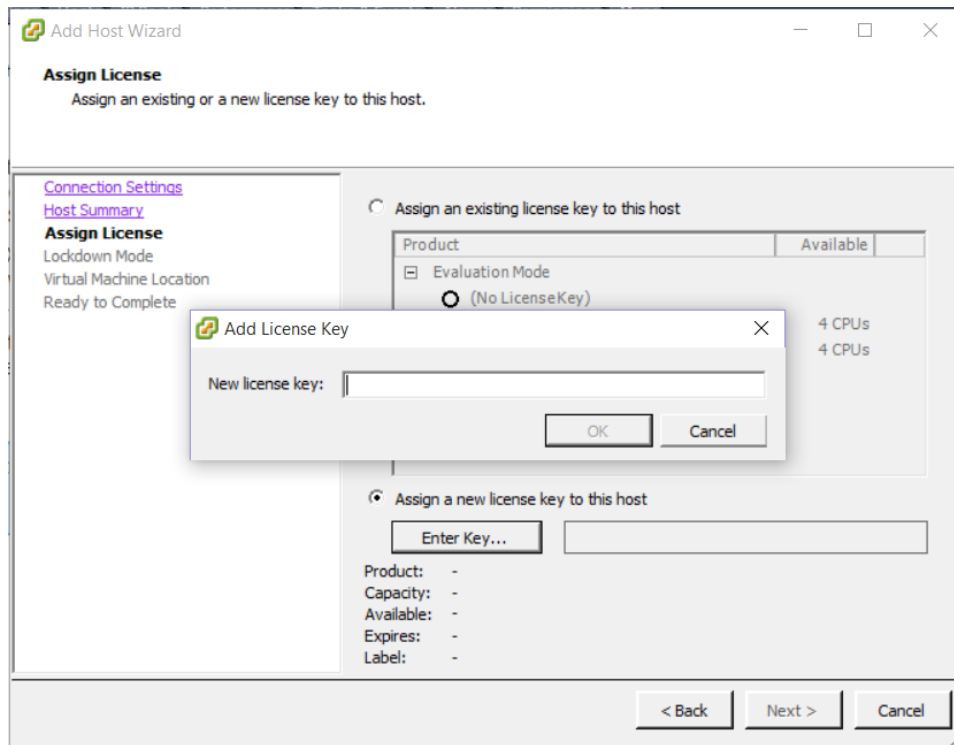
Captura 3.72

Nos aparece el resumen de EXSi.



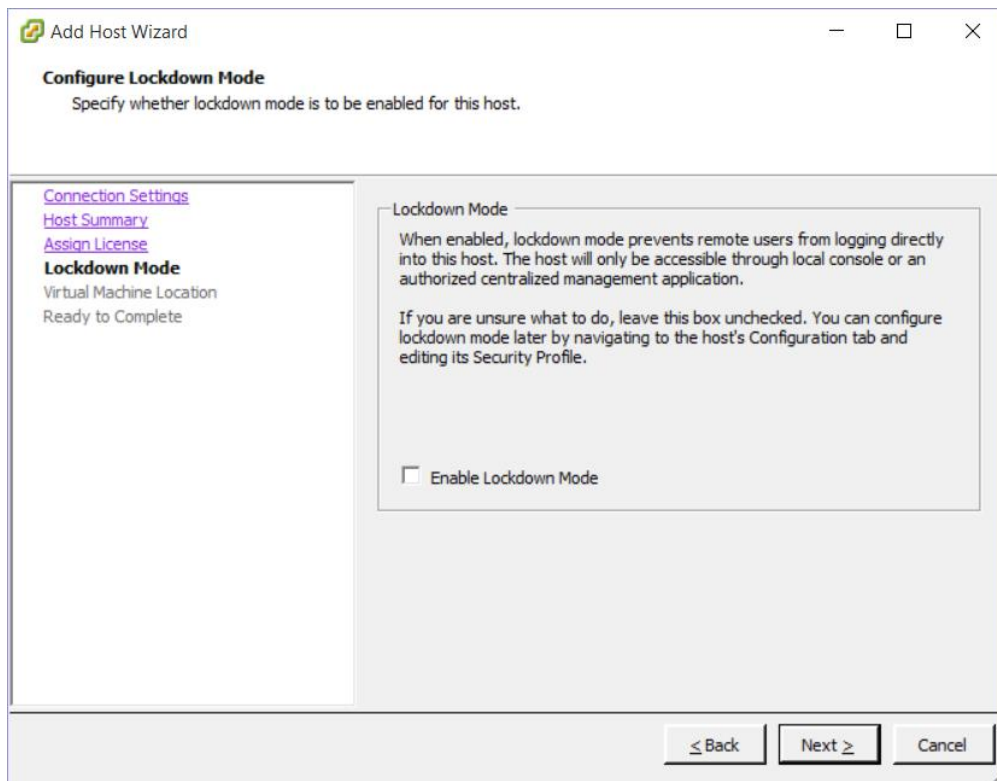
Captura 3.73

Aquí añadimos la licencia del EXSi.



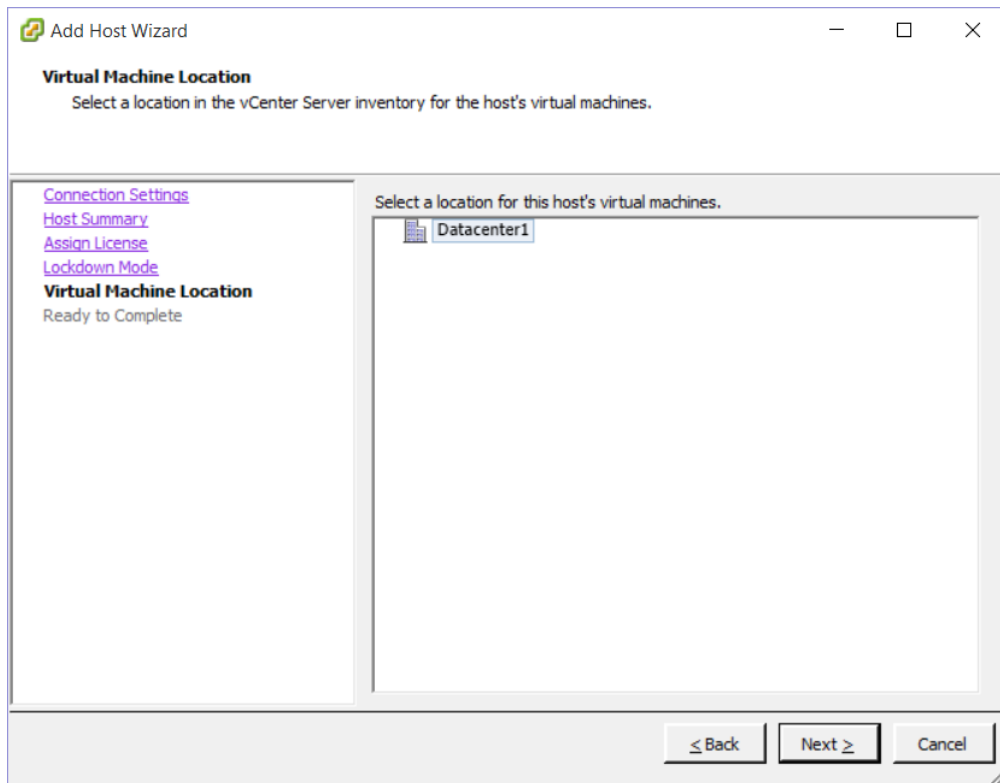
Captura 3.74

Este ESXi es el que contiene el vCenter por eso es importante que no seleccionemos el **Lockdown Mode** ya que este sirve para solo podamos acceder al ESXi desde la consola o desde vCenter que asociado.



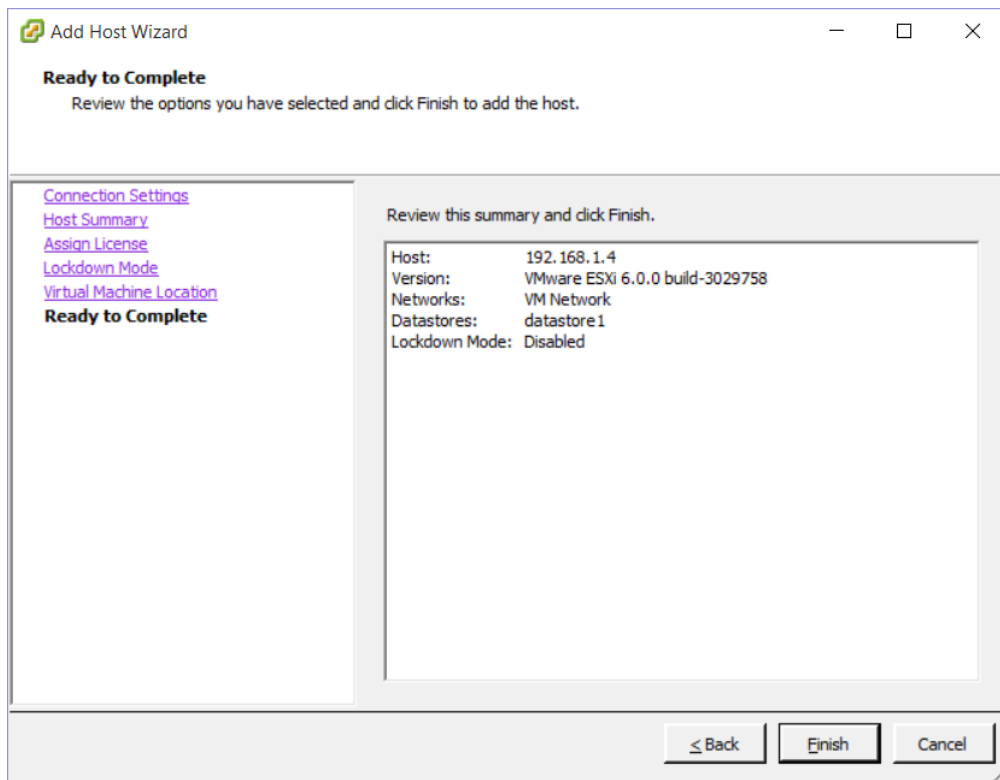
Captura 3.75

Seleccionamos el *Datacenter* al que queremos asociarlo.



Captura 3.76

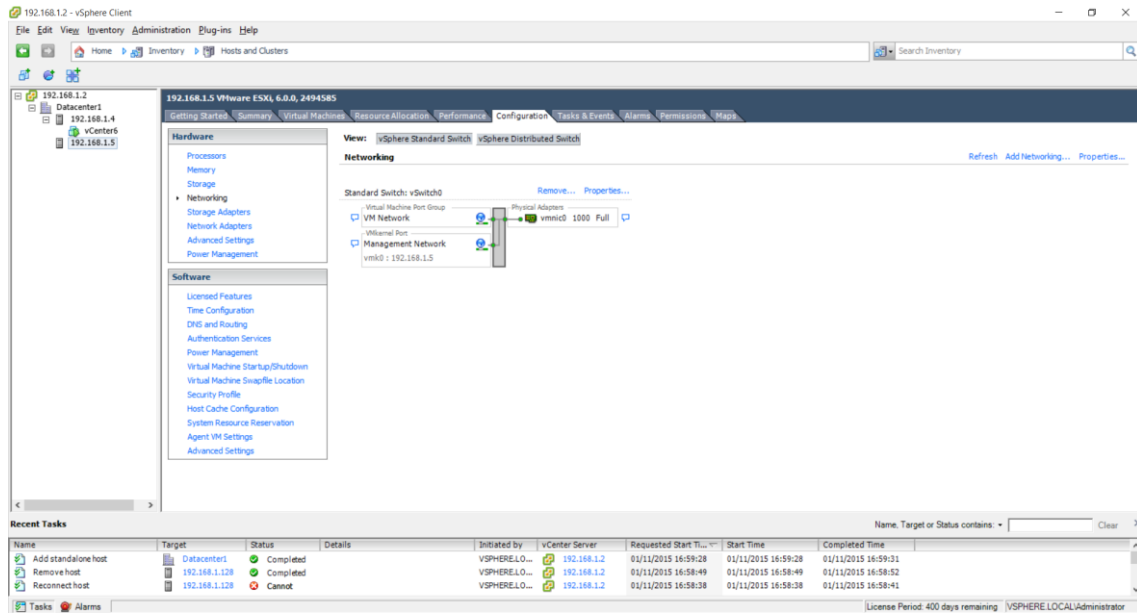
Última revisión y acabamos de añadir el *host*.



Captura 3.77

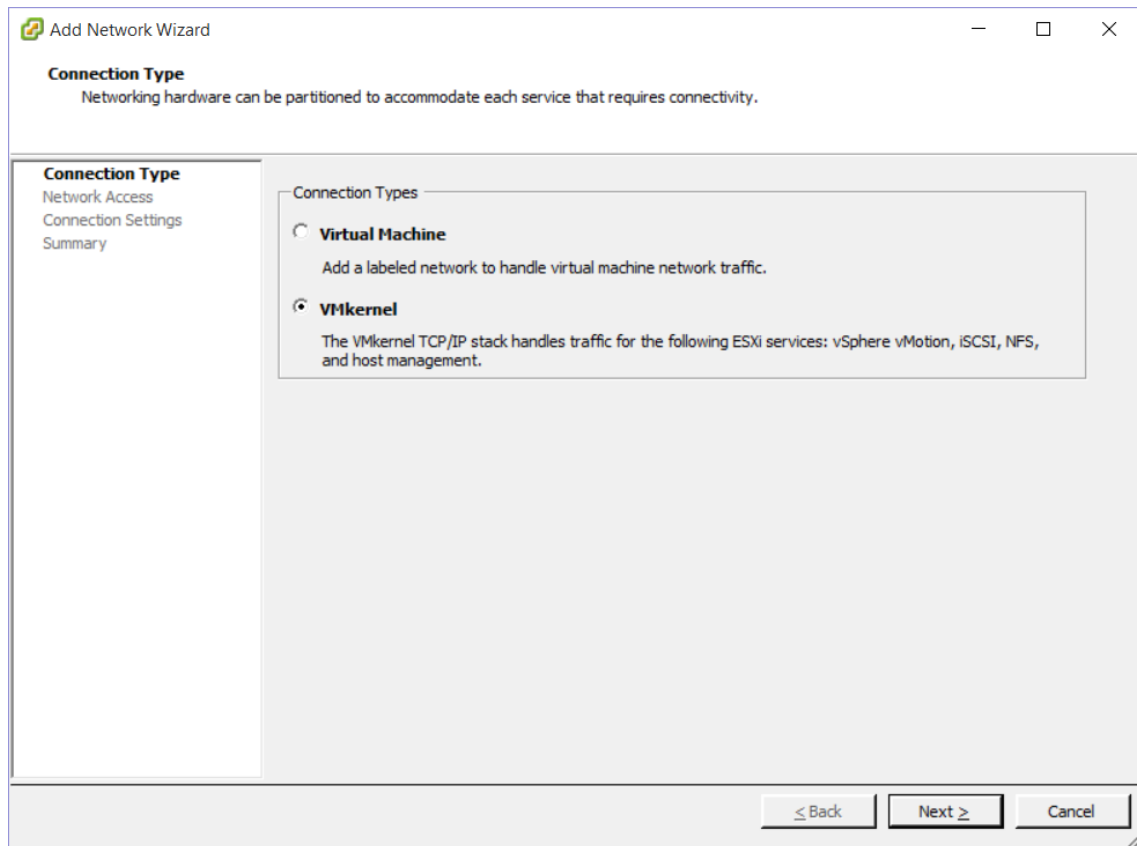
Vamos a configurar la red para conectar el adaptador iSCSI, para ello nos dirigimos a:

Configuration => Networking => Add Networking...



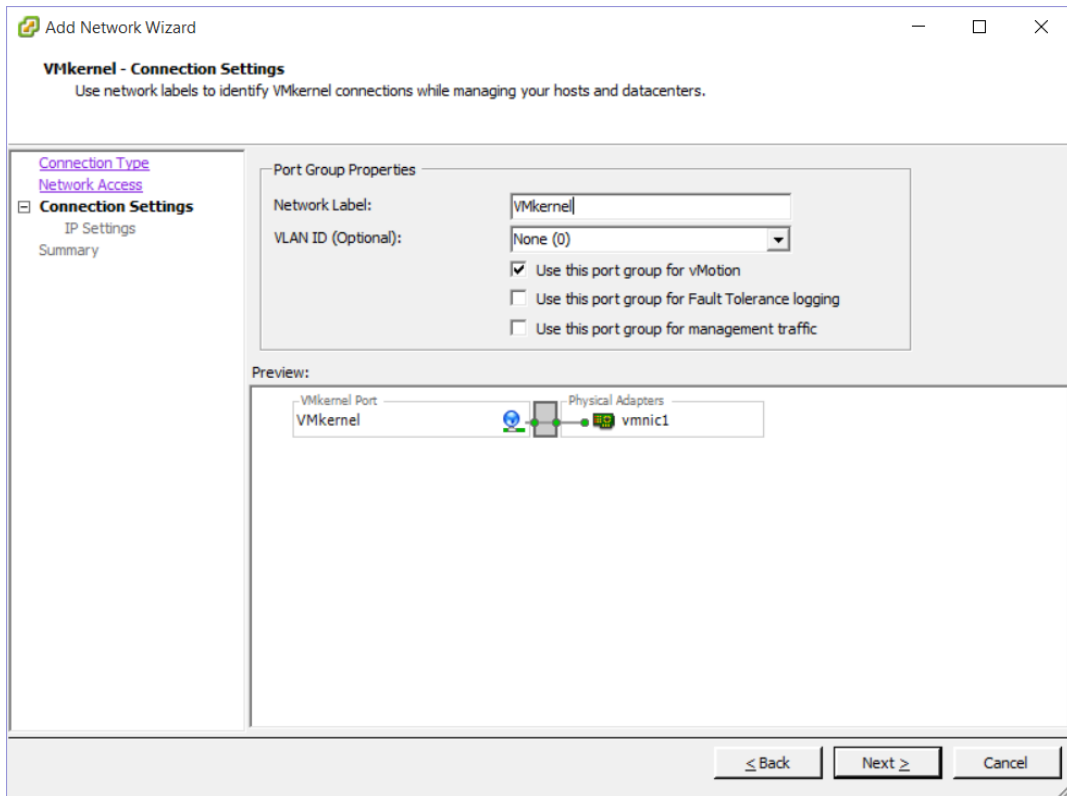
Captura 3.78

Elegimos **VMkernel** para los servicios vMotion, iSCSI, NFS y gestión del host.



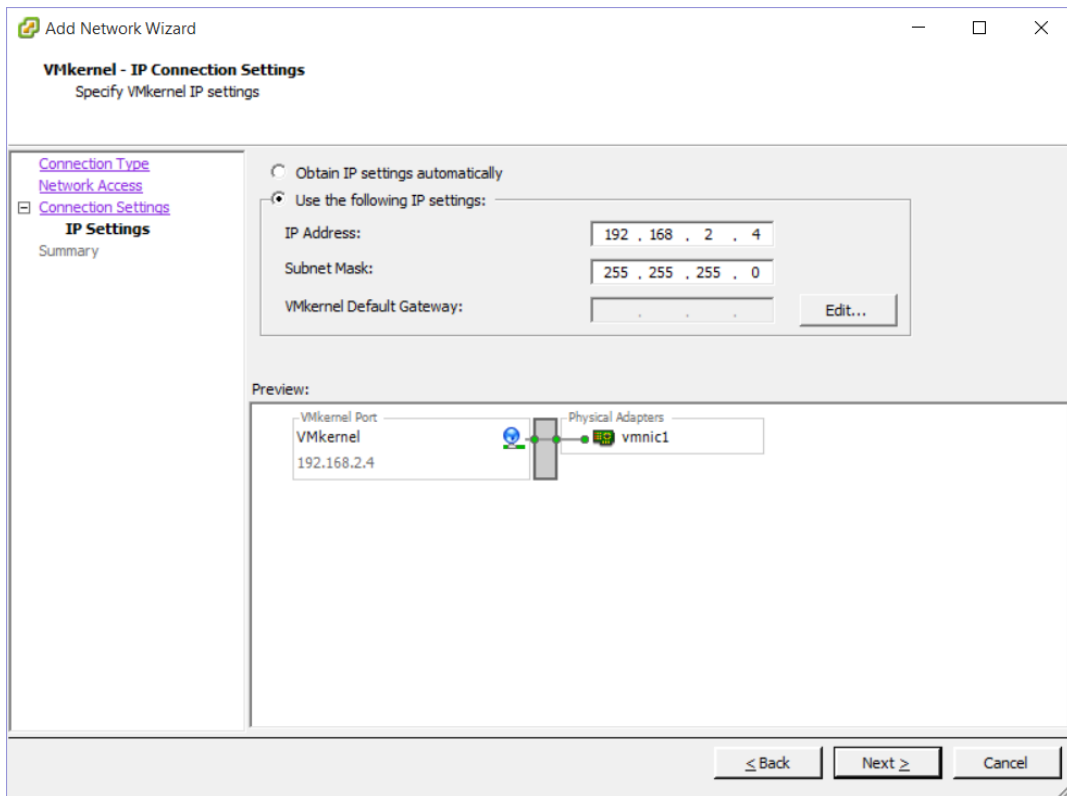
Captura 3.79

Marcamos **Use this port group for vMotion**, ponemos un nombre característico y si tuviéramos una VLAN determinada la seleccionaríamos.



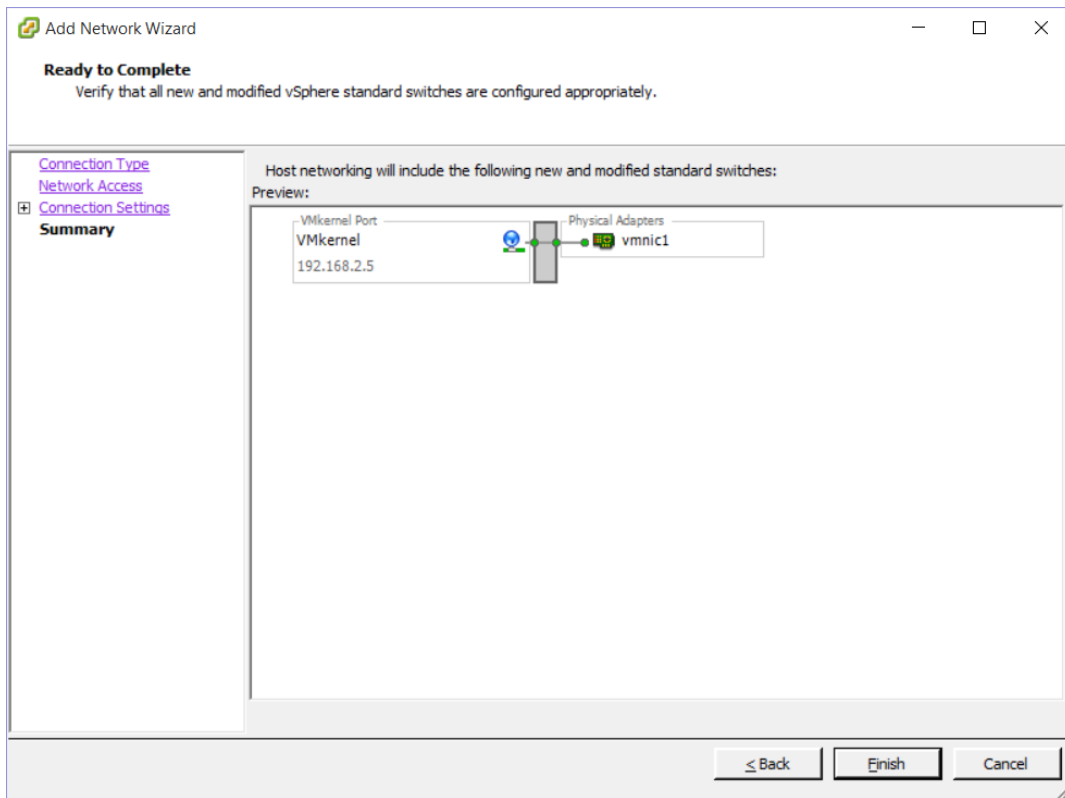
Captura 3.80

Seleccionamos una configuración de red manual.



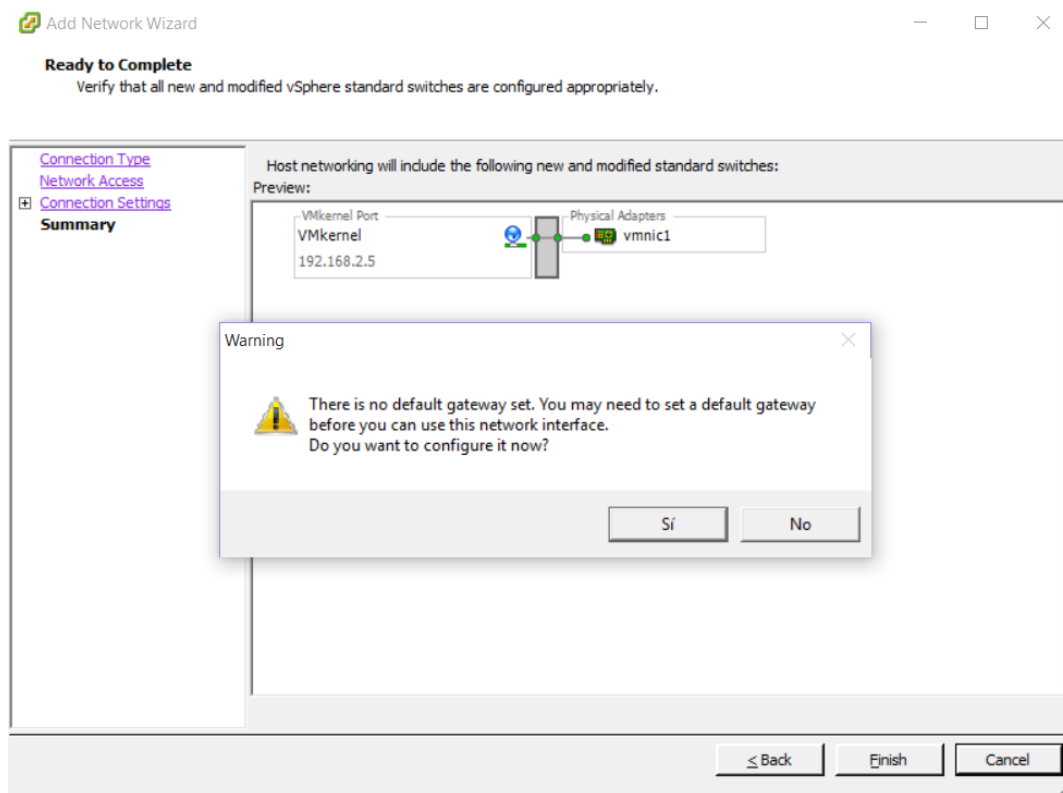
Captura 3.81

Verificamos que esté asociado al adaptador de red adecuado.



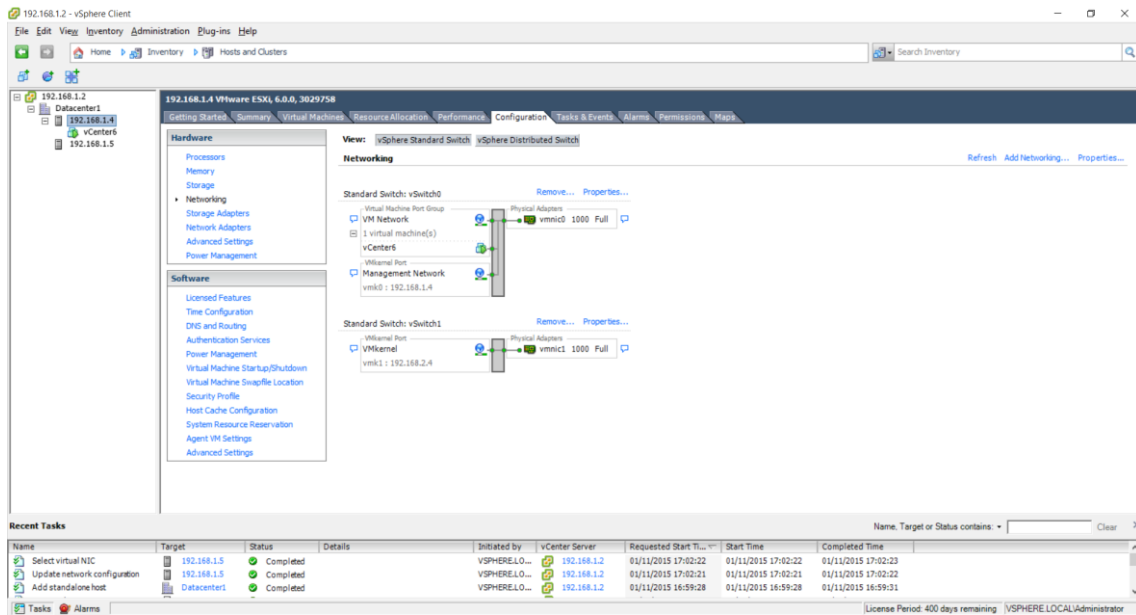
Captura 3.82

Al ser una red local no nos hace falta configurar una puerta de enlace predeterminada.



Captura 3.83

Podemos ver en la parte izquierda como se ha añadido el EXSi.

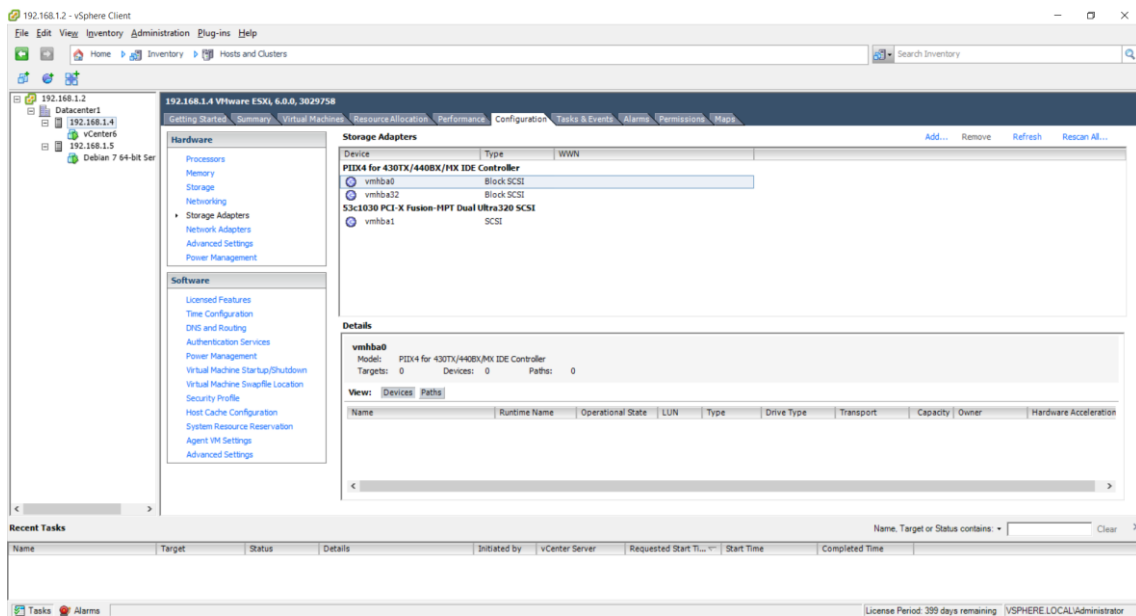


Captura 3.84

3.3.5.2 Configurar Adaptador iSCSI

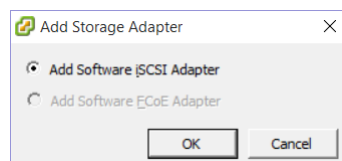
Ahora vamos a configurar el adaptador iSCSI, para ello nos dirigimos a:

Storage Adapters -> Add



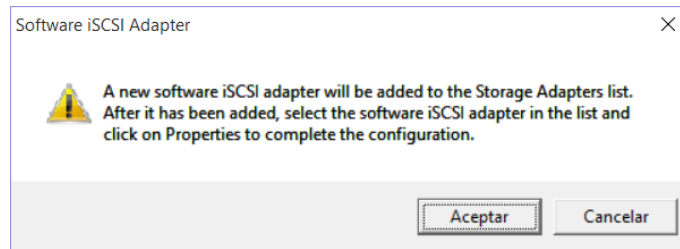
Captura 3.85

Seleccionamos **Add Software iSCSI Adapter**.



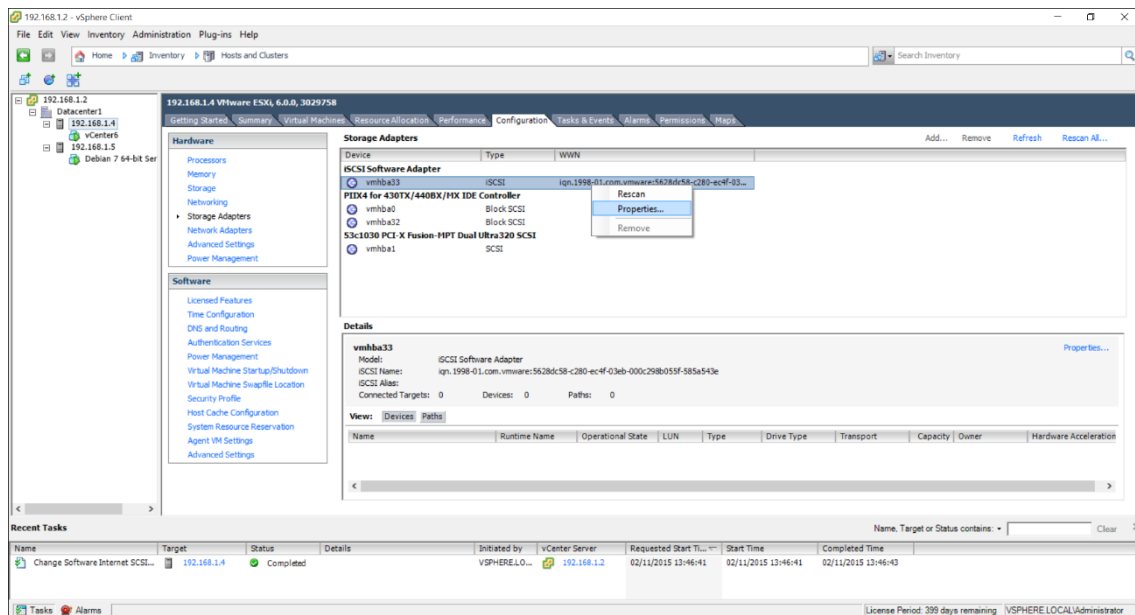
Captura 3.86

Nos comunica que el adaptador saldrá en la lista de *Storage Adapters* y tendremos que configurarlo desde allí.

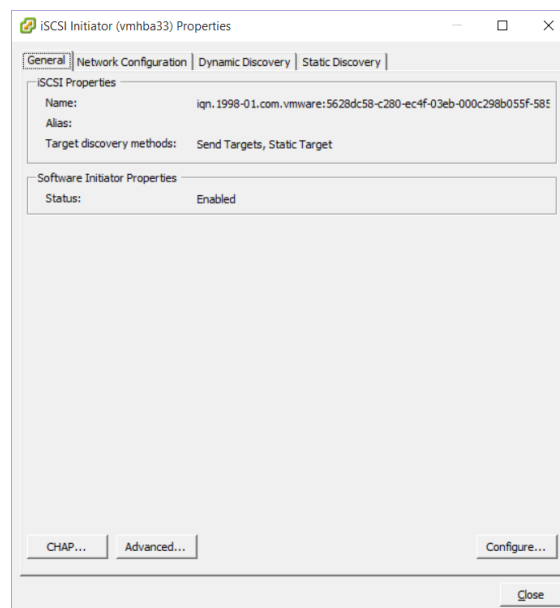


Captura 3.87

Seleccionamos el adaptador de la lista, pulsamos botón derecho y **Properties...**

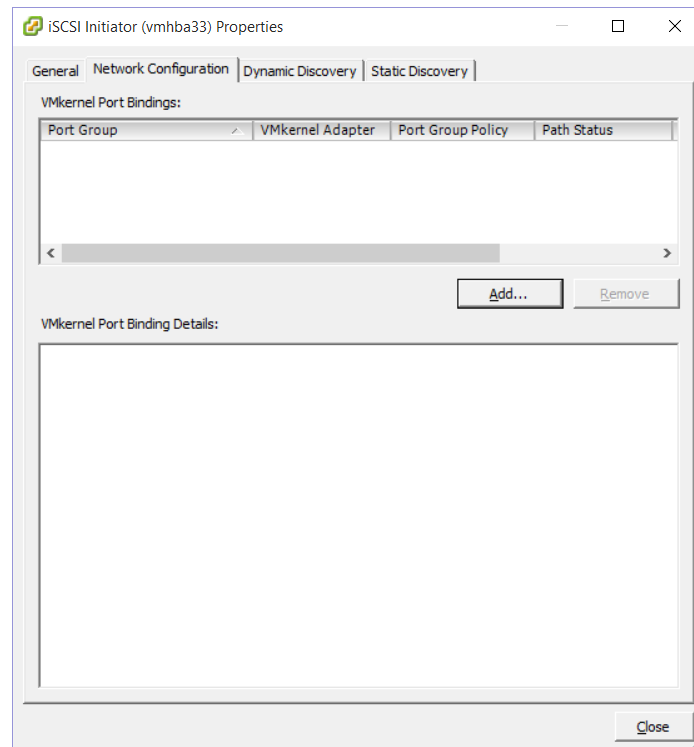


Captura 3.88



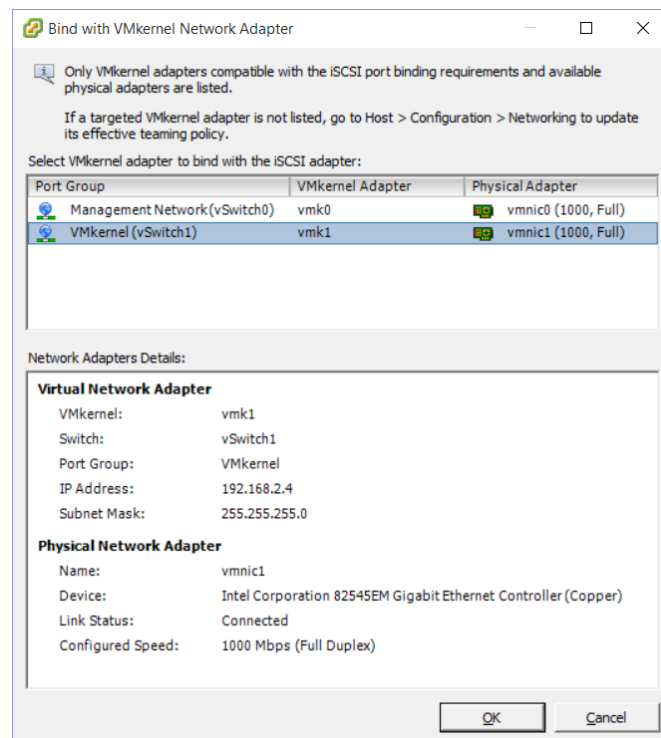
Captura 3.89

Nos dirigimos a la pestaña de configuración de red y pulsamos el botón **Add...**

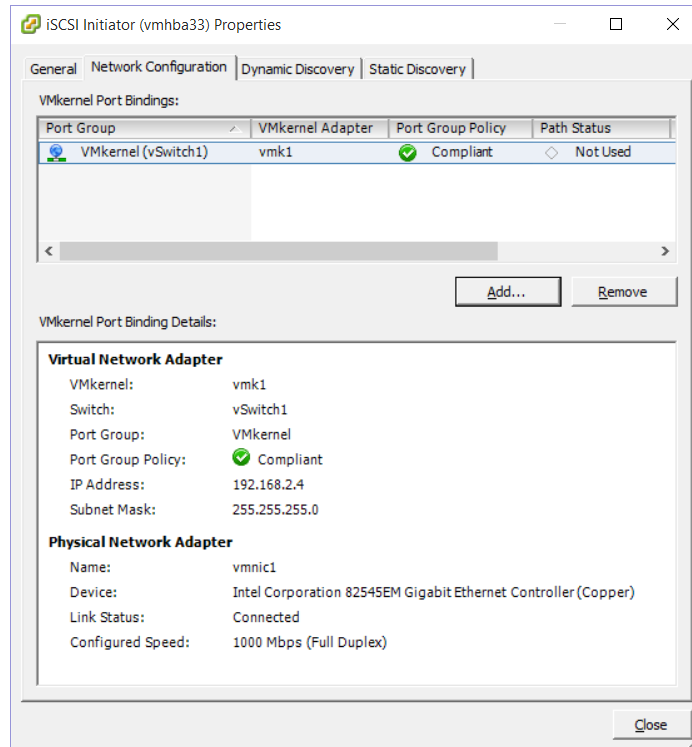


Captura 3.90

Seleccionamos el VMkernel que hemos creado anteriormente.

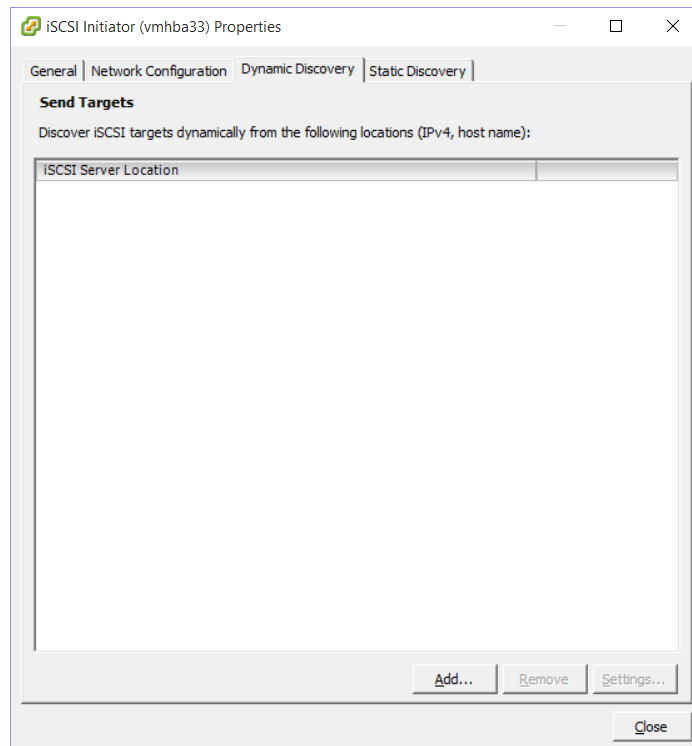


Captura 3.91



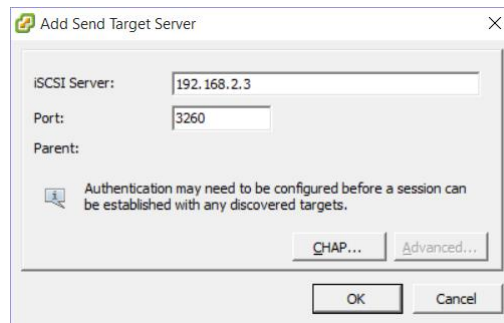
Captura 3.92

Cambiamos a la pestaña de **Dynamic Discovery** y pulsamos el botón **Add...**



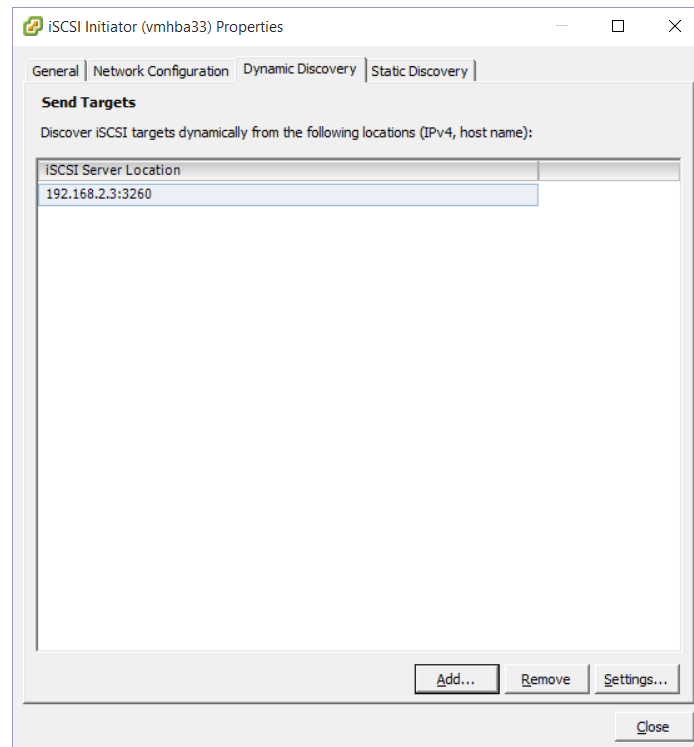
Captura 3.93

Introducimos la IP y el puerto del servidor iSCSI.



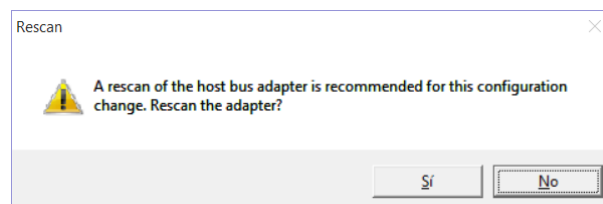
Captura 3.94

Aceptamos y cerramos.



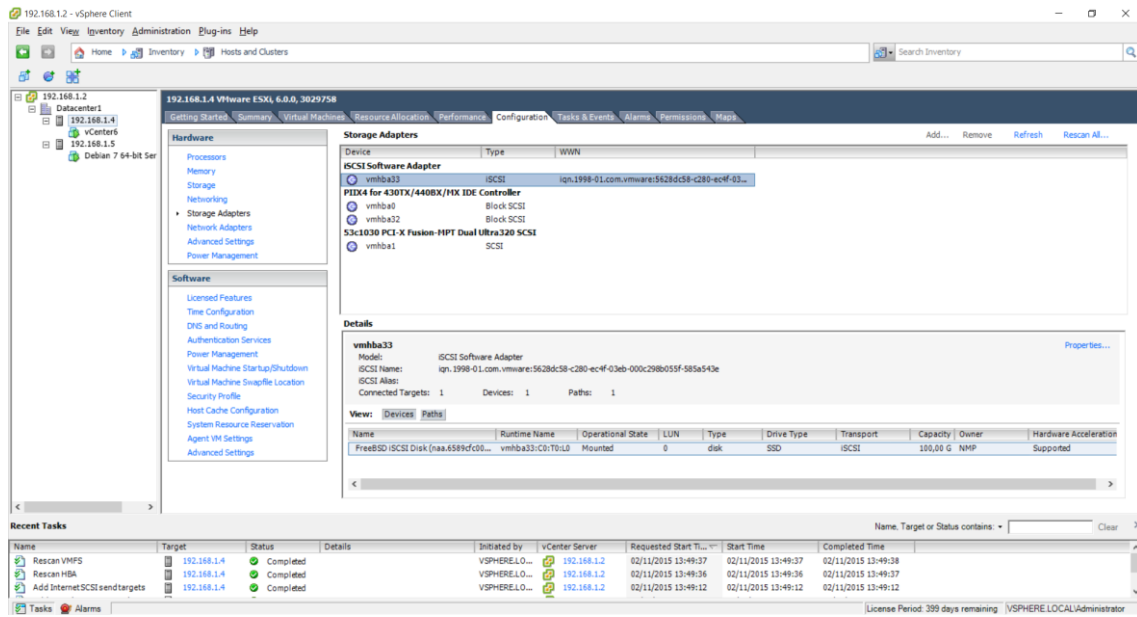
Captura 3.95

Para que quede operativo tenemos que volver a escanear los adaptadores.



Captura 3.96

Como podemos observar en la parte inferior ya tenemos acceso al servidor iSCSI.



Captura 3.97

3.4 Instalación de un Servidor Web

3.4.1 Introducción

Para probar la tecnología vMotion hemos elegido un servidor web de streaming, al ser representativo del uso normal de los servidores virtuales para los que está pensado esta tecnología. Servidores con un uso intensivo de disco y con un consumo de memoria RAM relativamente pequeño.

El sistema operativo elegido es Debian GNU/Linux 8 (Debian Project), el servidor HTTP Apache 2.4 (The Apache Software Foundation), base de datos MySQL 5.7.9 (Sun Microsystems) y aplicación web Owncloud 8.2 (Owncloud inc. Community). Todo este software es libre y no necesitamos adquirir ninguna licencia.

3.4.1 Requisitos

Los requisitos de este combinado de aplicaciones son mínimos, 128 MB de RAM y el tamaño de la instalación puede llegar a ser 2 GB, pero se recomienda:

- 512 MB de RAM.
- 10 GB de disco duro.

(Debian Jessie Minimum Hardware Requirements, s.f.)

(Owncloud System Requirements, s.f.)

3.4.2 Configuración deseada

Esta máquina estará en el sistema virtual en un nivel 2 de virtualización. El hipervisor *hosted* contendrá a un hipervisor *bare-metal* y este a su vez este servidor virtual. Su misión en un sistema funcional sería no apagarse nunca para proporcionar de manera ininterrumpida el servicio web.

3.4.3 Debian GNU/Linux 8



Ilustración 3.1

Debian GNU/Linux es un sistema operativo *open-source* desarrollado por su propia comunidad y alejado de motivos empresariales o comerciales.

Podemos descargar la imagen desde su página web:

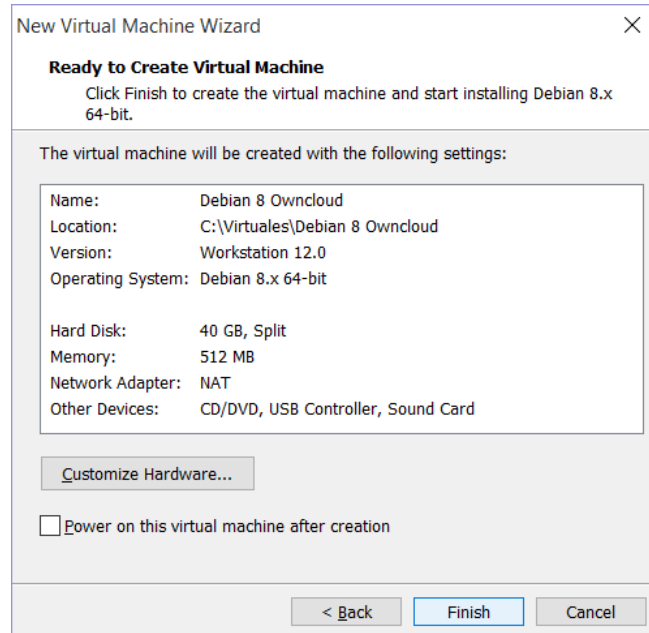
<https://www.debian.org/distrib/>

En nuestro caso hemos elegido la versión de instalación en red que es la única que tiene una particularidad si hacemos la instalación desde la infraestructura de red la Universidad de Málaga, al tener que configurar el proxy en la instalación. Si en algún caso se quiere omitir este

paso, se recomienda descargar la versión DVD que contiene un conjunto de paquetes más amplio para la instalación y por lo tanto tener los diferentes entornos de escritorio.

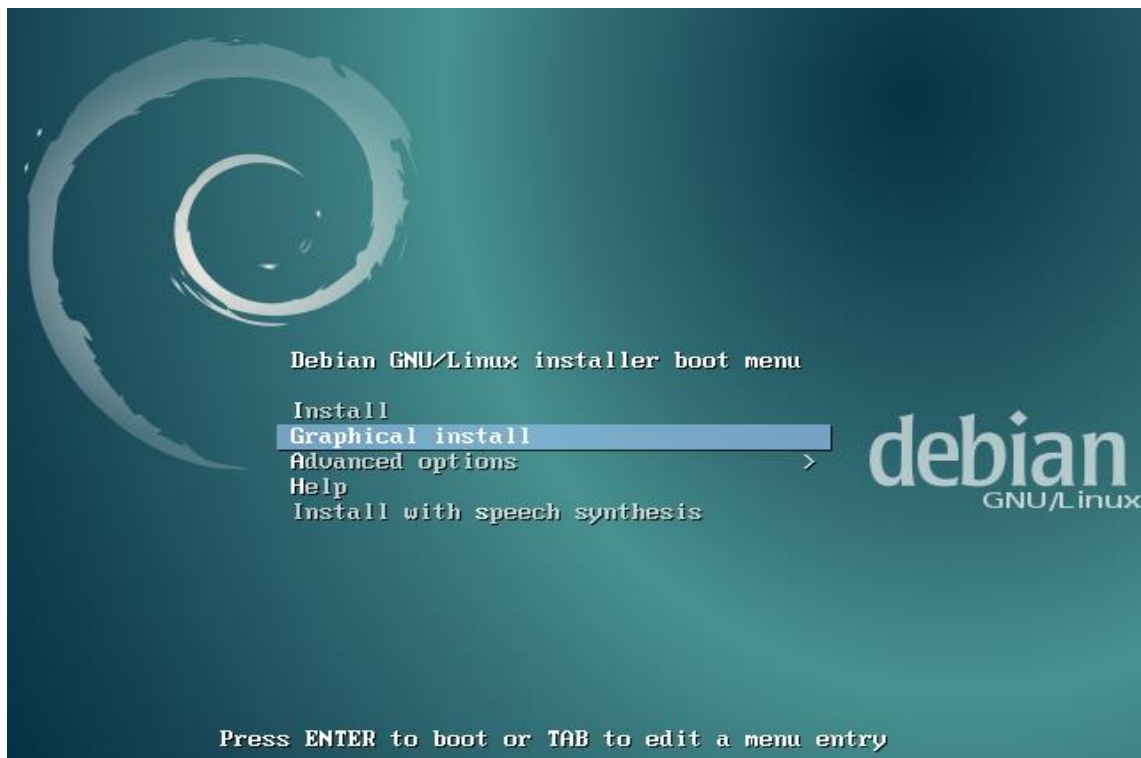
3.4.3.1 Procedimiento de Instalación

Creamos una máquina virtual con estas características.



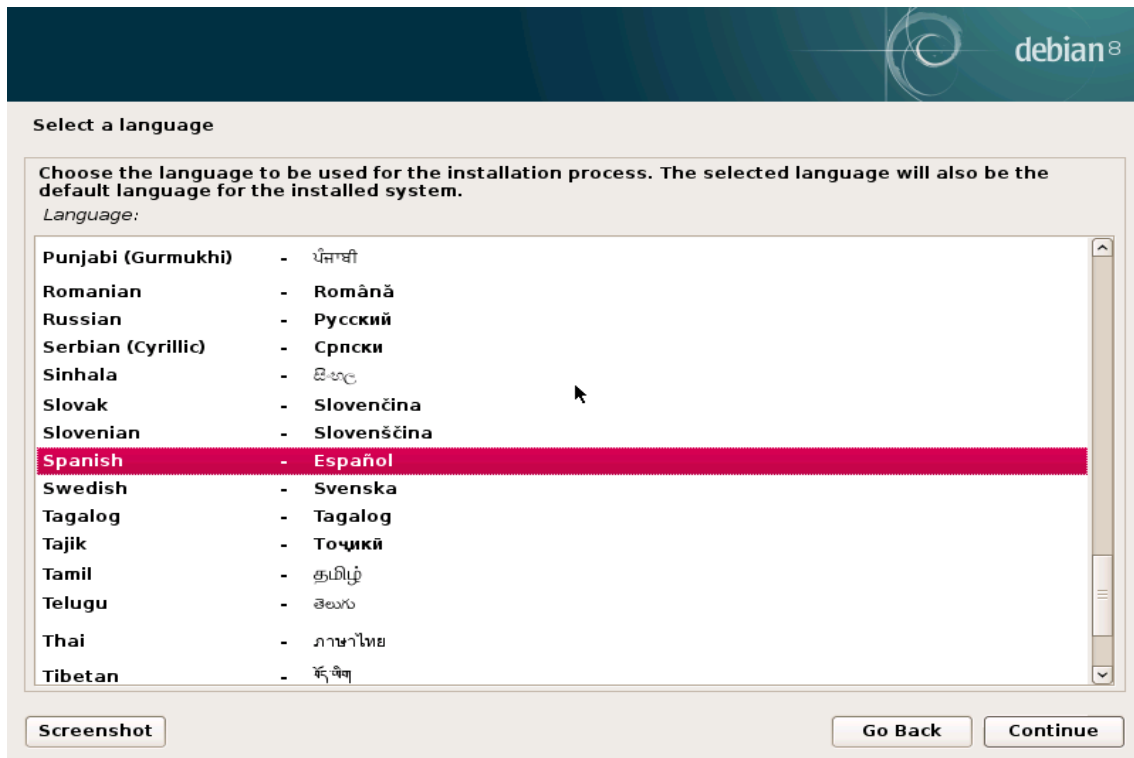
Captura 3.98

Empezamos la instalación, tenemos dos opciones **Install** y **Graphical install**, las dos son equivalentes. **Graphical install** tiene entorno gráfico y por lo tanto es más amigable.



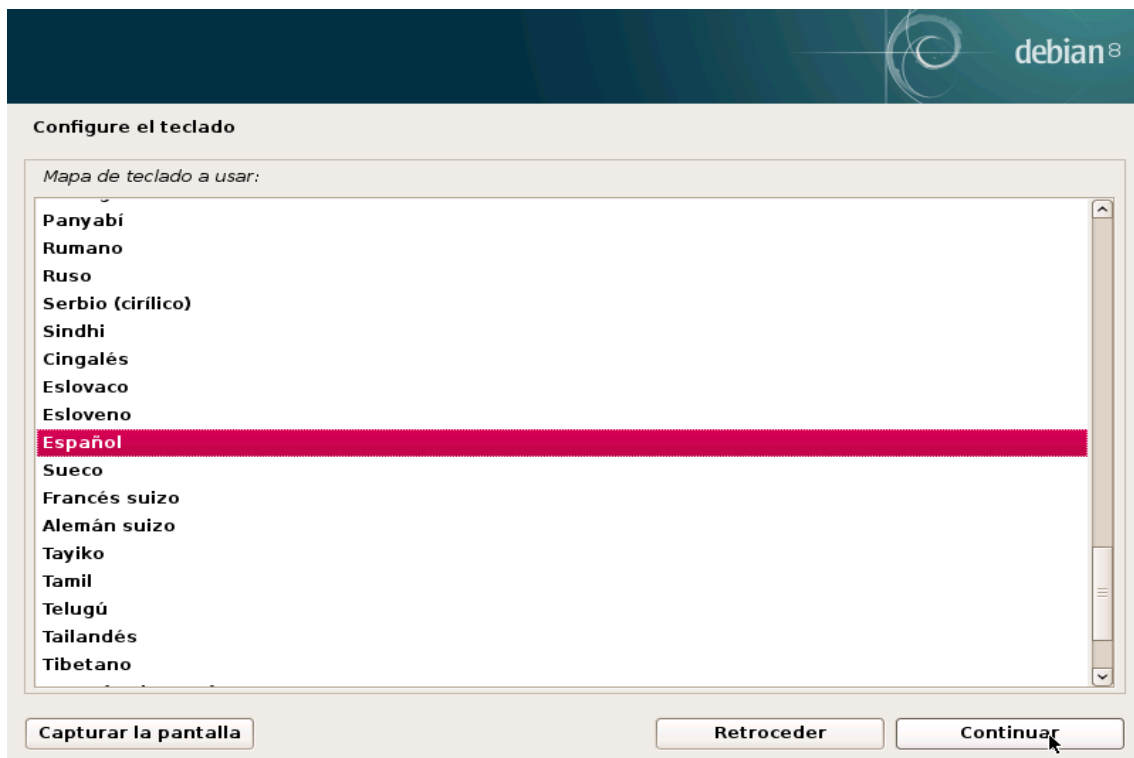
Captura 3.99

Lo primero es elegir el idioma.



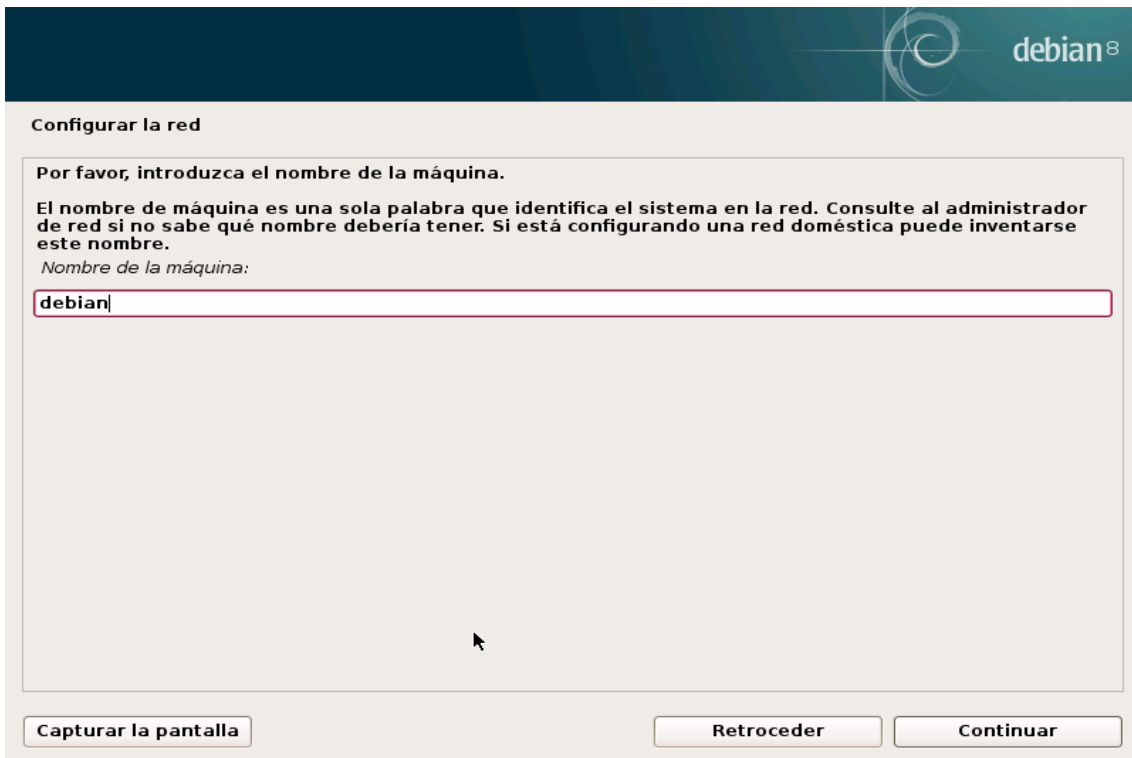
Captura 3.100

Seleccionamos el idioma del teclado.



Captura 3.101

Introducimos el nombre que tendrá en la red y será parte del FQDN.

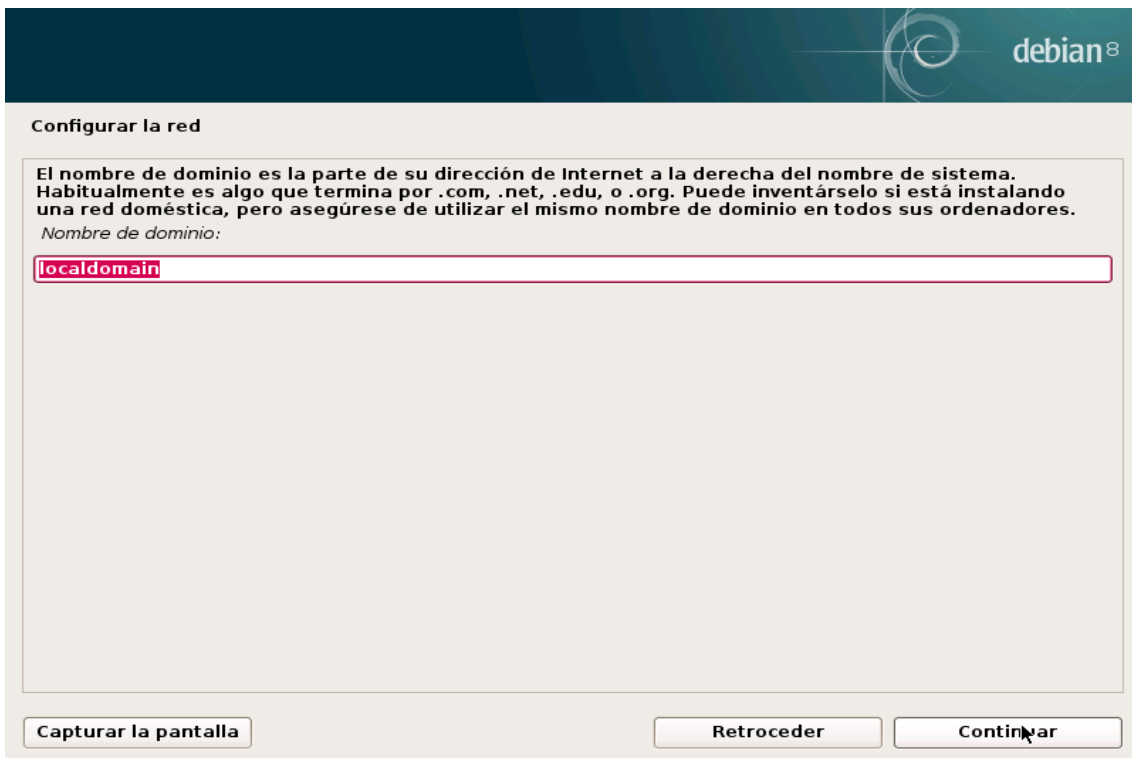


The screenshot shows the 'Configurar la red' (Configure network) step in the Debian installer. The title bar at the top right features the Debian logo and the text 'debian 8'. The main content area has a heading 'Configurar la red' and a sub-heading 'Por favor, introduzca el nombre de la máquina.' (Please enter the machine name). Below this, there is explanatory text: 'El nombre de máquina es una sola palabra que identifica el sistema en la red. Consulte al administrador de red si no sabe qué nombre debería tener. Si está configurando una red doméstica puede inventarse este nombre.' (The machine name is a single word that identifies the system on the network. Consult the network administrator if you don't know what name it should have. If you are configuring a home network, you can make up this name.) This is followed by the label 'Nombre de la máquina:' (Machine name:). A text input field contains the text 'debian'. At the bottom of the window, there are three buttons: 'Capturar la pantalla' (Screenshot), 'Retroceder' (Back), and 'Continuar' (Continue).

Captura 3.102

El nombre de dominio es la parte representada abajo con color azul del FQDN:

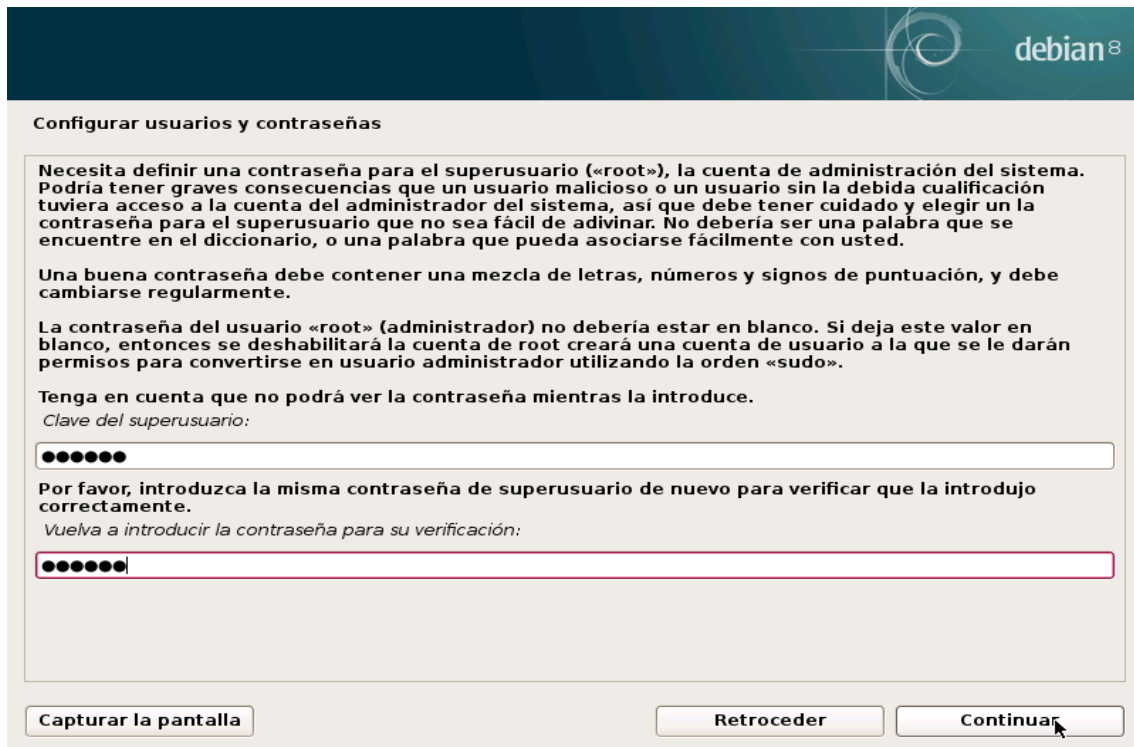
nombredelamaquina.dominio.dominiosuperior
Ejemplo: **debian.uma.es**



The screenshot shows the 'Configurar la red' (Configure network) step in the Debian installer, continuing from the previous step. The title bar at the top right features the Debian logo and the text 'debian 8'. The main content area has a heading 'Configurar la red' and a sub-heading 'El nombre de dominio es la parte de su dirección de Internet a la derecha del nombre de sistema.' (The domain name is the part of your Internet address to the right of the system name.) Below this, there is explanatory text: 'Habitualmente es algo que termina por .com, .net, .edu, o .org. Puede inventárselo si está instalando una red doméstica, pero asegúrese de utilizar el mismo nombre de dominio en todos sus ordenadores.' (Usually it is something that ends with .com, .net, .edu, or .org. You can make up one if you are installing a home network, but make sure to use the same domain name on all your computers.) This is followed by the label 'Nombre de dominio:' (Domain name:). A text input field contains the text 'localdomain'. At the bottom of the window, there are three buttons: 'Capturar la pantalla' (Screenshot), 'Retroceder' (Back), and 'Continuar' (Continue).

Captura 3.103

Introducimos la contraseña del usuario *root*.



Configurar usuarios y contraseñas

Necesita definir una contraseña para el superusuario («root»), la cuenta de administración del sistema. Podría tener graves consecuencias que un usuario malicioso o un usuario sin la debida cualificación tuviera acceso a la cuenta del administrador del sistema, así que debe tener cuidado y elegir un la contraseña para el superusuario que no sea fácil de adivinar. No debería ser una palabra que se encuentre en el diccionario, o una palabra que pueda asociarse fácilmente con usted.

Una buena contraseña debe contener una mezcla de letras, números y signos de puntuación, y debe cambiarse regularmente.

La contraseña del usuario «root» (administrador) no debería estar en blanco. Si deja este valor en blanco, entonces se deshabilitará la cuenta de root creará una cuenta de usuario a la que se le darán permisos para convertirse en usuario administrador utilizando la orden «sudo».

Tenga en cuenta que no podrá ver la contraseña mientras la introduce.

Clave del superusuario:

●●●●●●

Por favor, introduzca la misma contraseña de superusuario de nuevo para verificar que la introdujo correctamente.

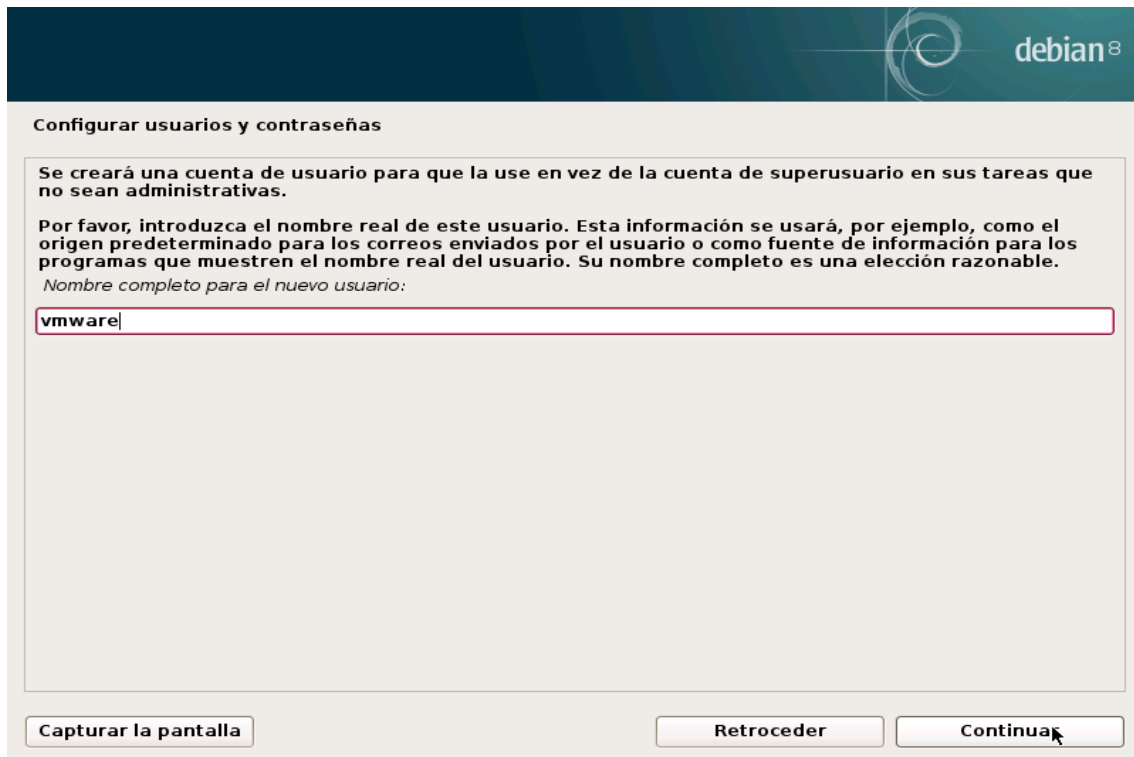
Vuelva a introducir la contraseña para su verificación:

●●●●●●

Capturar la pantalla Retroceder Continuar

Captura 3.104

Se crea una cuenta de nivel usuario y nos pide el nombre “real”.



Configurar usuarios y contraseñas

Se creará una cuenta de usuario para que la use en vez de la cuenta de superusuario en sus tareas que no sean administrativas.

Por favor, introduzca el nombre real de este usuario. Esta información se usará, por ejemplo, como el origen predeterminado para los correos enviados por el usuario o como fuente de información para los programas que muestren el nombre real del usuario. Su nombre completo es una elección razonable.

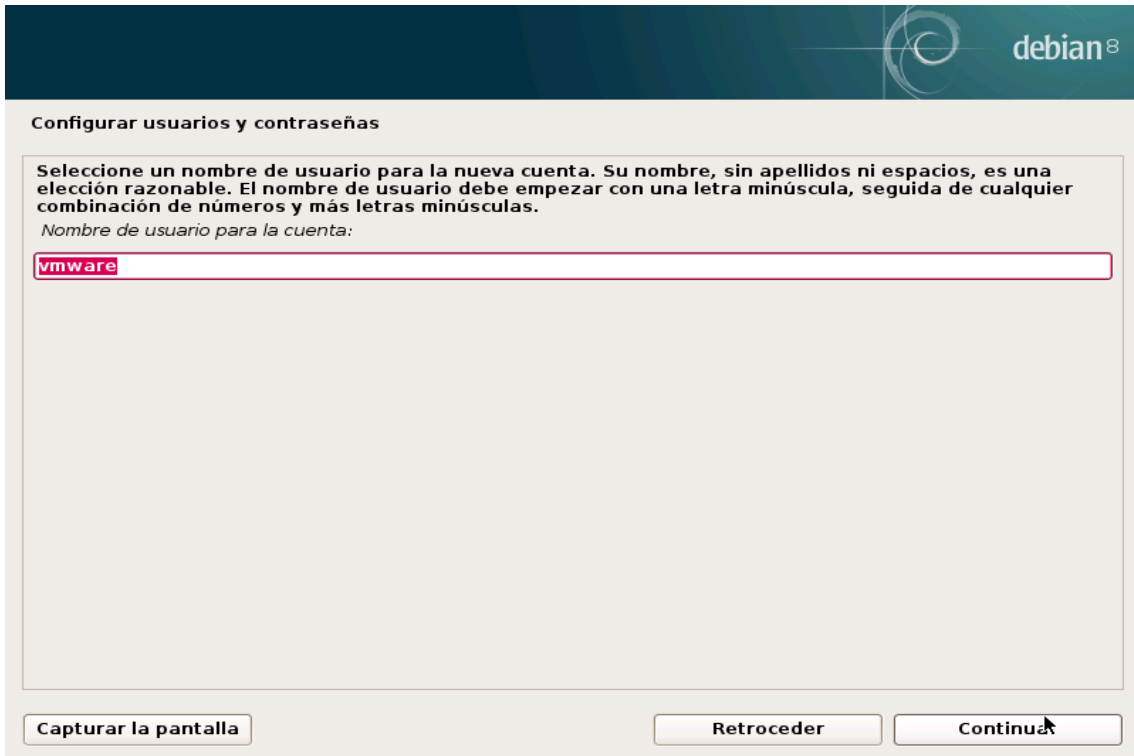
Nombre completo para el nuevo usuario:

vmware|

Capturar la pantalla Retroceder Continuar

Captura 3.105

Este es el usuario que utilizaremos para entrar al sistema.



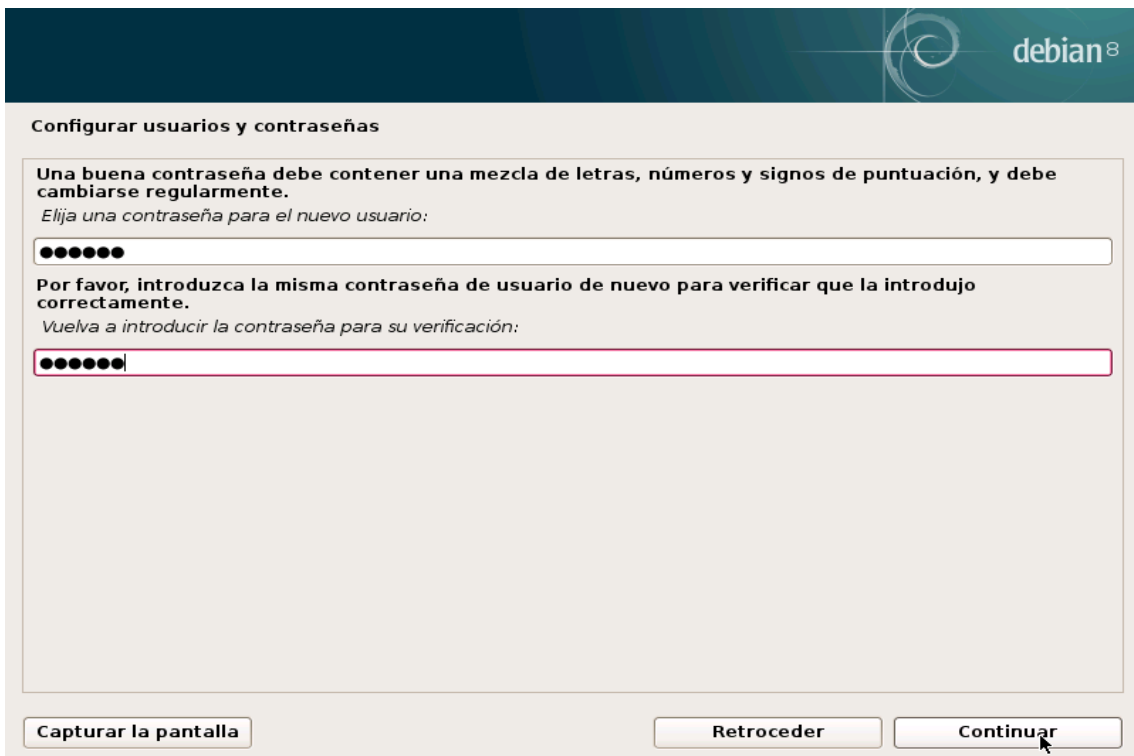
debian⁸

Configurar usuarios y contraseñas

Seleccione un nombre de usuario para la nueva cuenta. Su nombre, sin apellidos ni espacios, es una elección razonable. El nombre de usuario debe empezar con una letra minúscula, seguida de cualquier combinación de números y más letras minúsculas.

Nombre de usuario para la cuenta:

Captura 3.106



debian⁸

Configurar usuarios y contraseñas

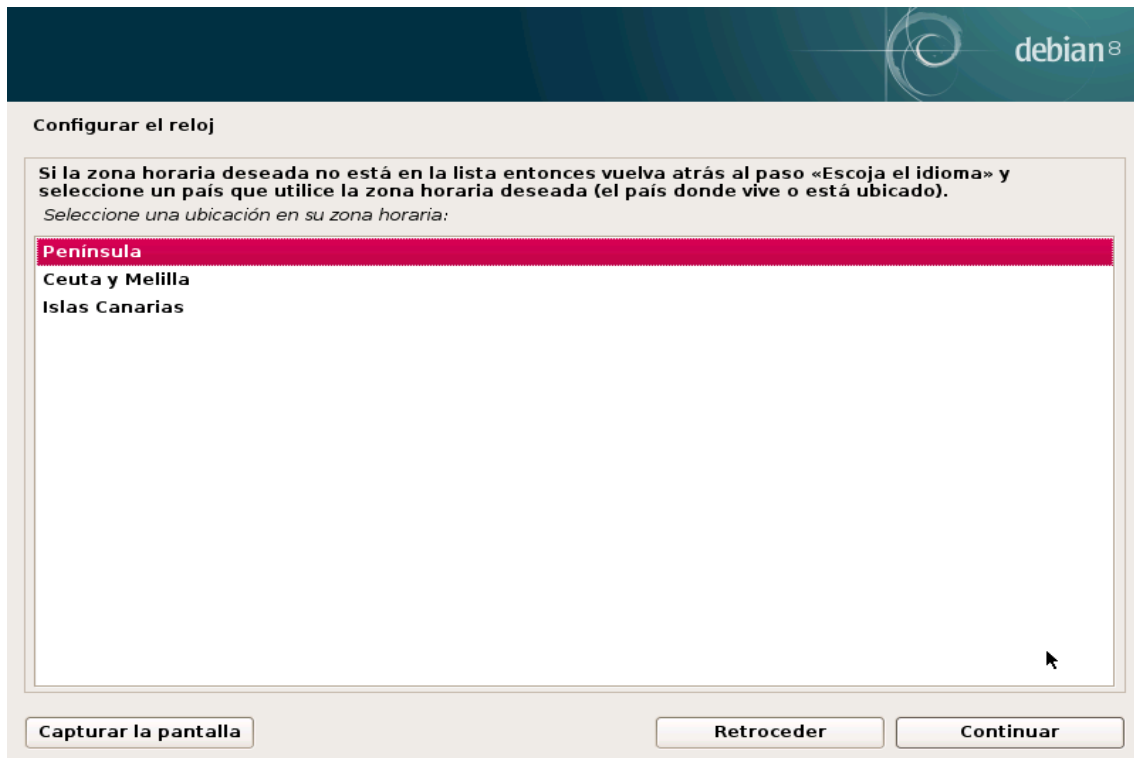
Una buena contraseña debe contener una mezcla de letras, números y signos de puntuación, y debe cambiarse regularmente.

Elija una contraseña para el nuevo usuario:

Por favor, introduzca la misma contraseña de usuario de nuevo para verificar que la introdujo correctamente.

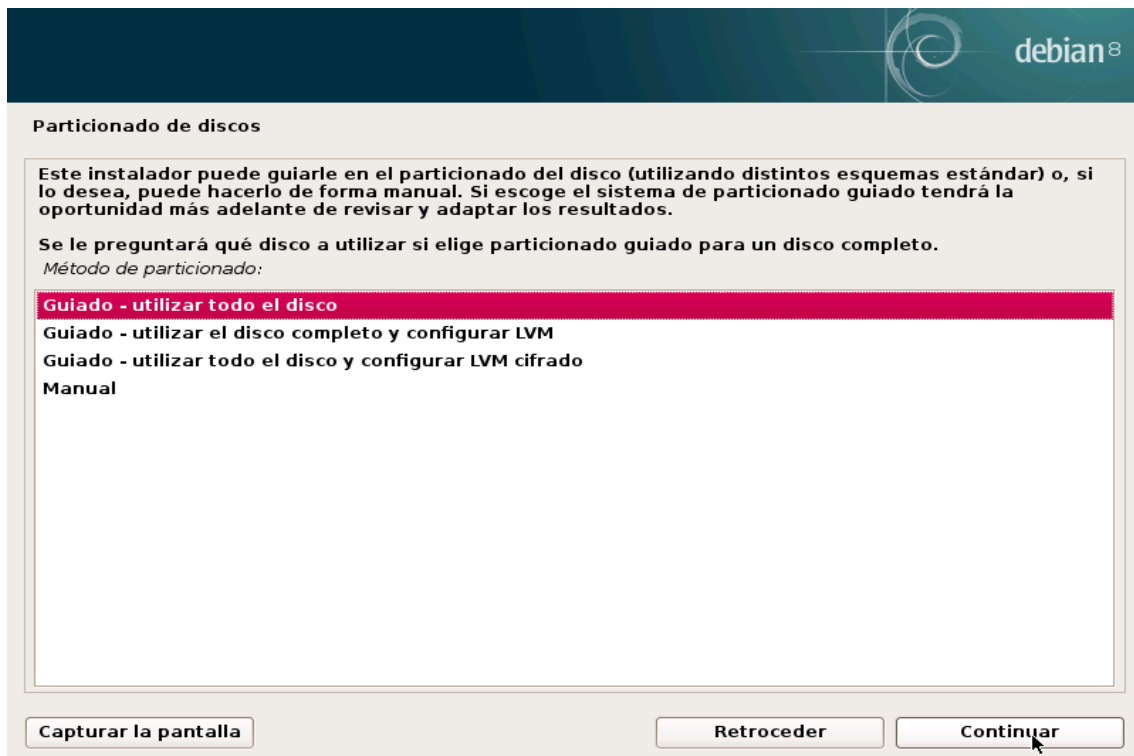
Vuelva a introducir la contraseña para su verificación:

Captura 3.107



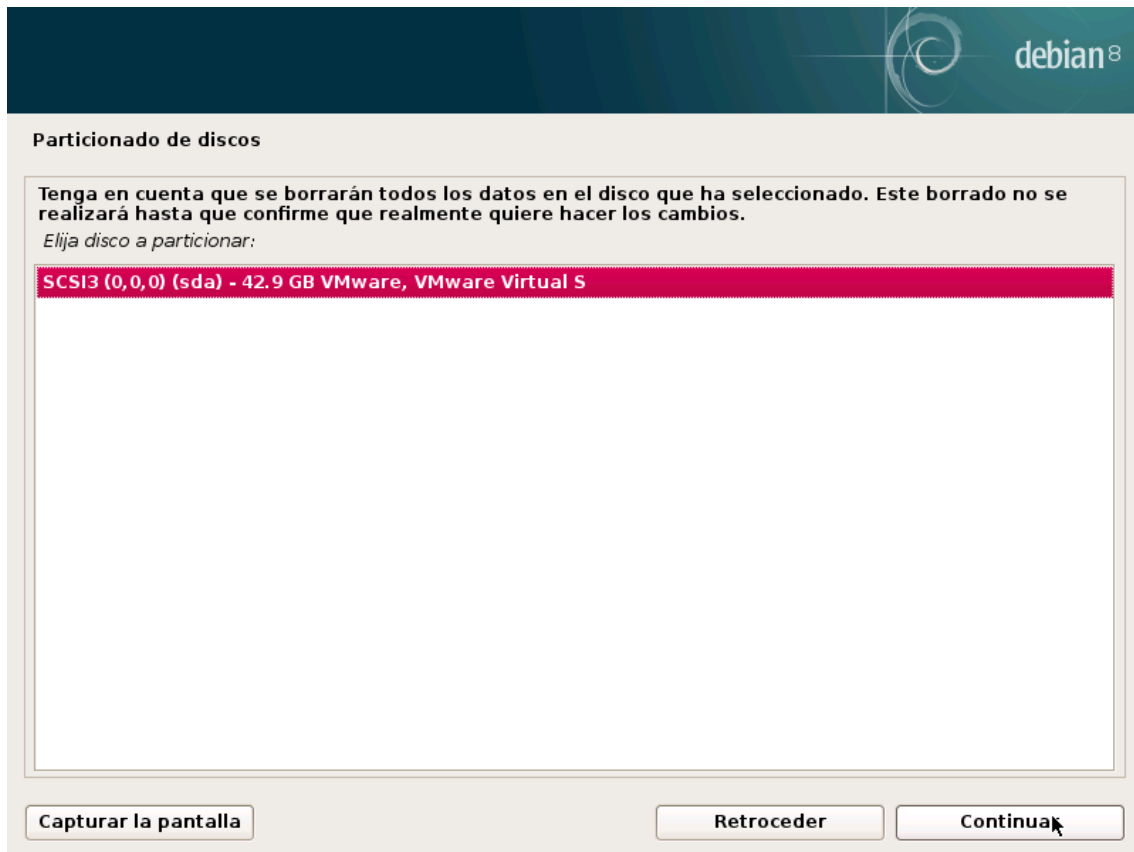
Captura 3.108

Aquí elegimos el particionado guiado por simplicidad.



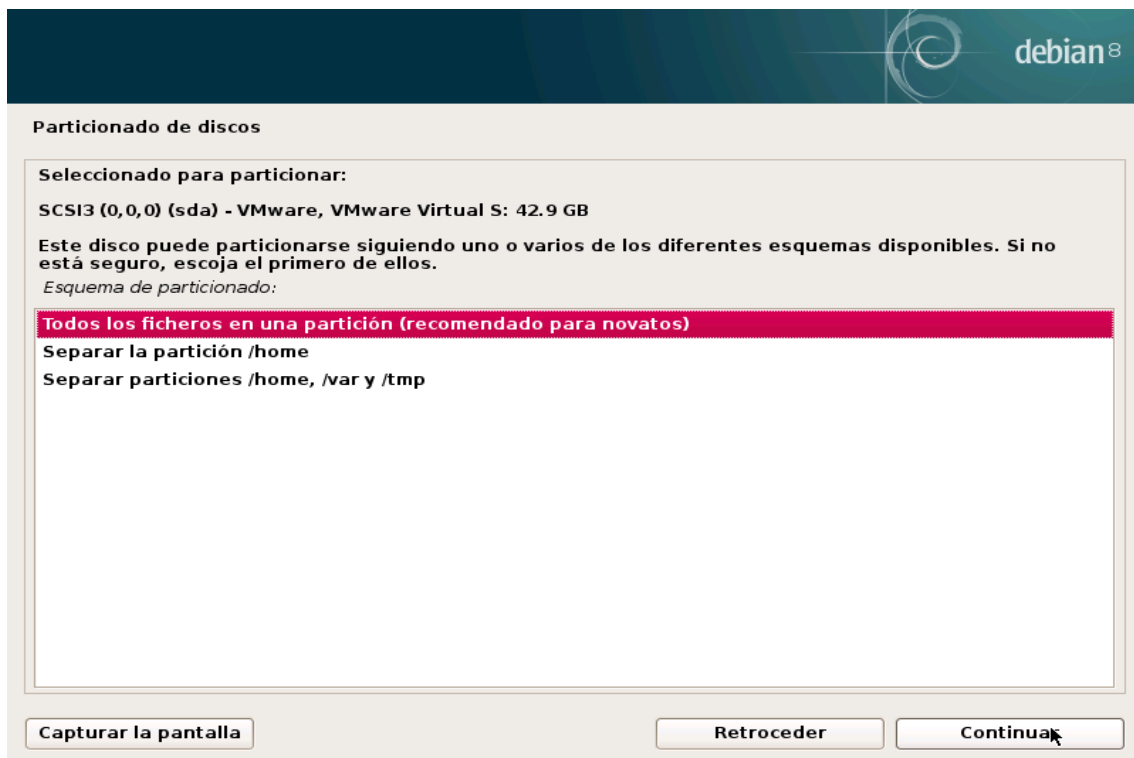
Captura 3.109

Seleccionamos el disco de la máquina virtual.



Captura 3.110

Por simplicidad elegimos una única partición.



Captura 3.111



Particionado de discos

Este es un resumen de las particiones y puntos de montaje que tiene configurados actualmente. Seleccione una partición para modificar sus valores (sistema de ficheros, puntos de montaje, etc.), el espacio libre para añadir una partición nueva o un dispositivo para inicializar la tabla de particiones.

Particionado guiado

Configurar RAID por software

Configurar el Gestor de Volúmenes Lógicos (LVM)

Configurar los volúmenes cifrados

Configurar los volúmenes iSCSI

SCSI3 (0,0,0) (sda) - 42.9 GB VMware, VMware Virtual S

- > #1 primaria 41.9 GB f ext4 /
- > #5 lógica 1.1 GB f intercambio intercambio

Deshacer los cambios realizados a las particiones

Finalizar el particionado y escribir los cambios en el disco

Capturar la pantalla

Ayuda

Retroceder

Continuar

Captura 3.112



Particionado de discos

Se escribirán en los discos todos los cambios indicados a continuación si continúa. Si no lo hace podrá hacer cambios manualmente.

Se han modificado las tablas de particiones de los siguientes dispositivos:
SCSI3 (0,0,0) (sda)

Se formatearán las siguientes particiones:
partición #1 de SCSI3 (0,0,0) (sda) como ext4
partición #5 de SCSI3 (0,0,0) (sda) como intercambio

¿Desea escribir los cambios en los discos?

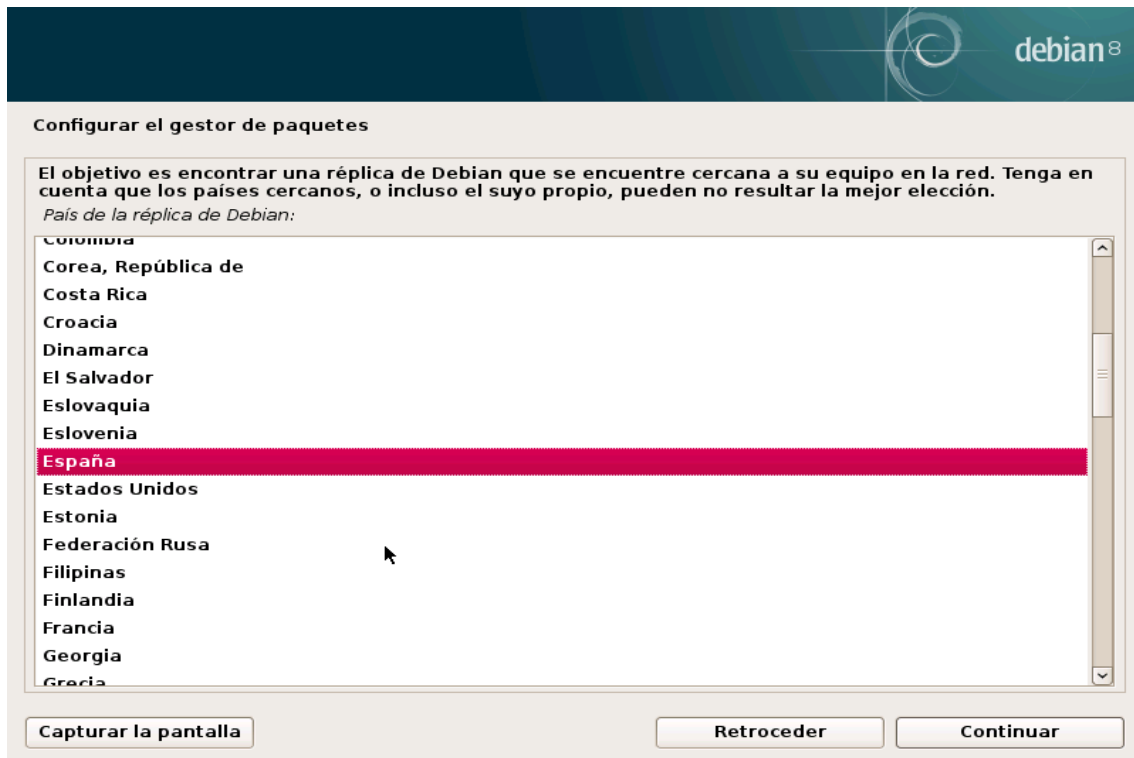
No

Si

Capturar la pantalla

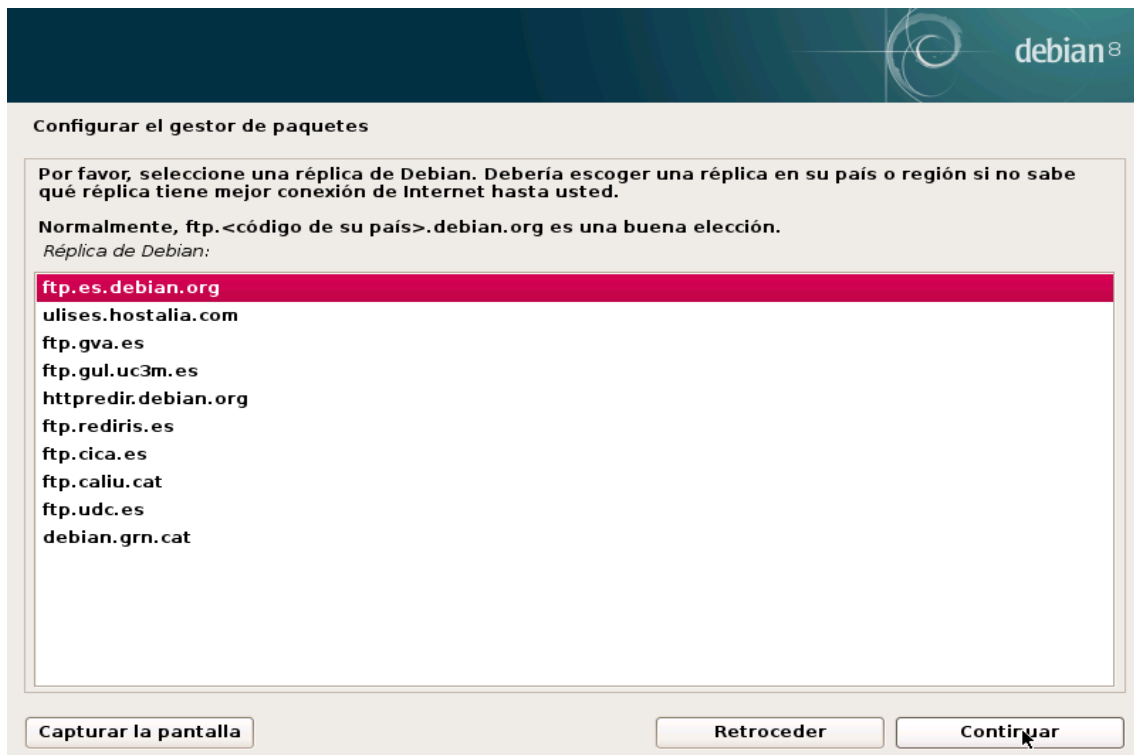
Continuar

Captura 3.113



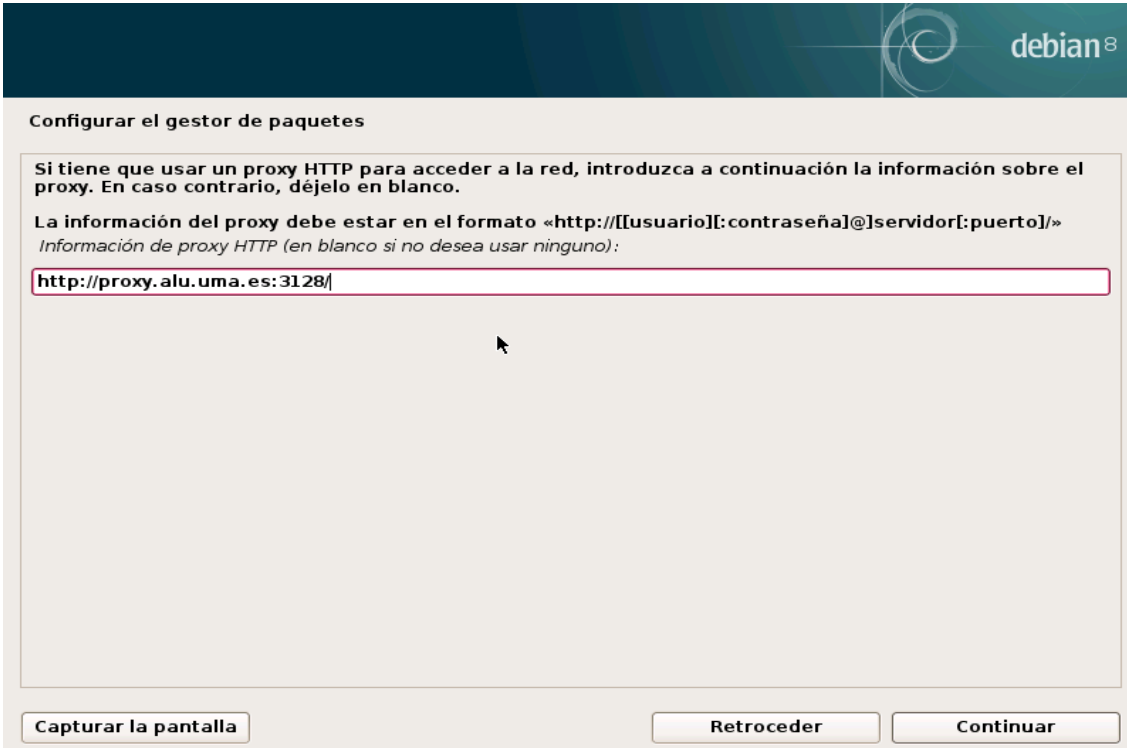
Captura 3.114

Aunque en principio la opción recomendada sería RedIRIS, la red española para Interconexión de los Recursos InformáticoS de las universidades y centros de investigación, esta no posee la versión que hemos elegido, por lo tanto en nuestro caso hemos elegido la primera.



Captura 3.115

Aquí introducimos el proxy, que nos corresponda, en este formato. Si falla y no es la conexión a internet, tenemos que pulsar **Retroceder** y en el menú principal volver a configurar la red.



Configurar el gestor de paquetes

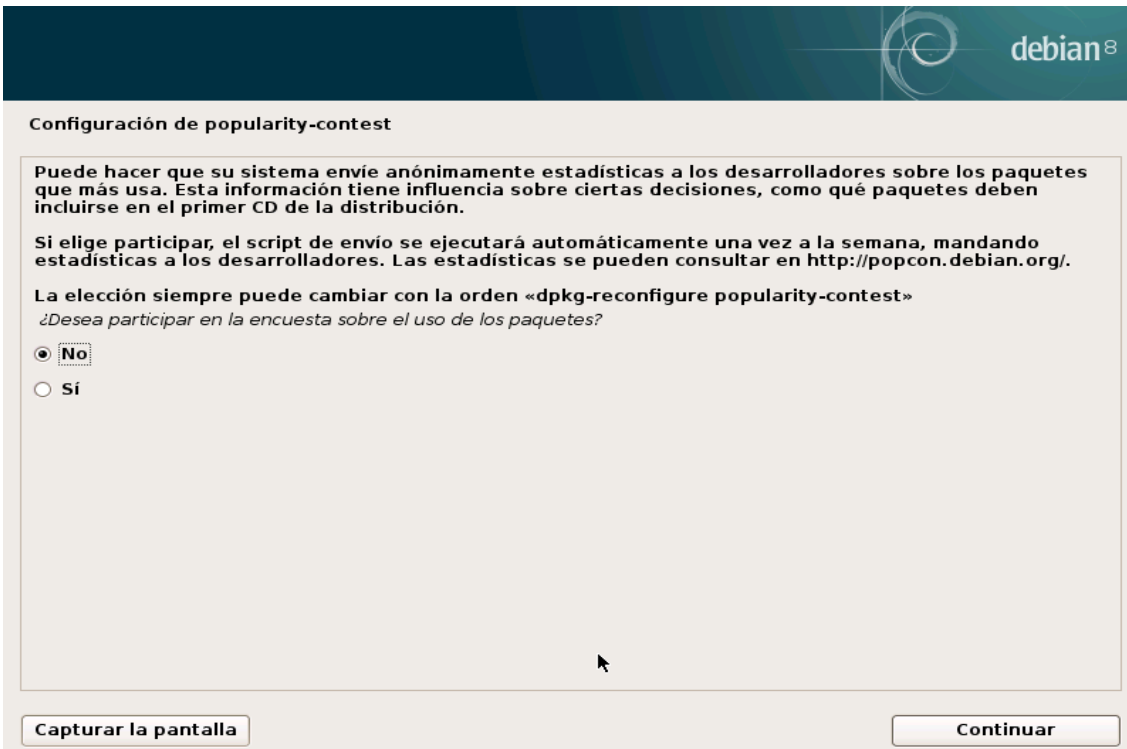
Si tiene que usar un proxy HTTP para acceder a la red, introduzca a continuación la información sobre el proxy. En caso contrario, déjelo en blanco.

La información del proxy debe estar en el formato «`http://[usuario][:contraseña]@[servidor]:puerto]/»`
Información de proxy HTTP (en blanco si no desea usar ninguno):

`http://proxy.alu.uma.es:3128/`

Capturar la pantalla Retroceder Continuar

Captura 3.116



Configuración de popularity-contest

Puede hacer que su sistema envíe anónimamente estadísticas a los desarrolladores sobre los paquetes que más usa. Esta información tiene influencia sobre ciertas decisiones, como qué paquetes deben incluirse en el primer CD de la distribución.

Si elige participar, el script de envío se ejecutará automáticamente una vez a la semana, mandando estadísticas a los desarrolladores. Las estadísticas se pueden consultar en <http://popcon.debian.org/>.

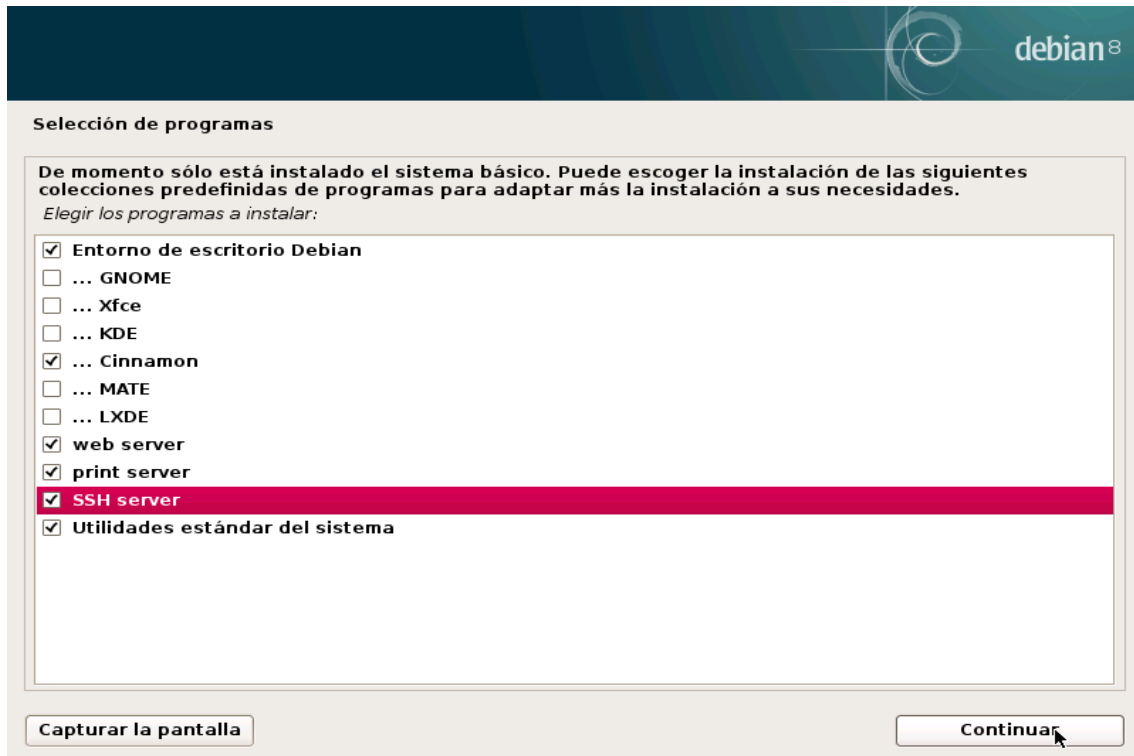
La elección siempre puede cambiar con la orden «`dpkg-reconfigure popularity-contest`»
¿Desea participar en la encuesta sobre el uso de los paquetes?

No
 Sí

Capturar la pantalla Continuar

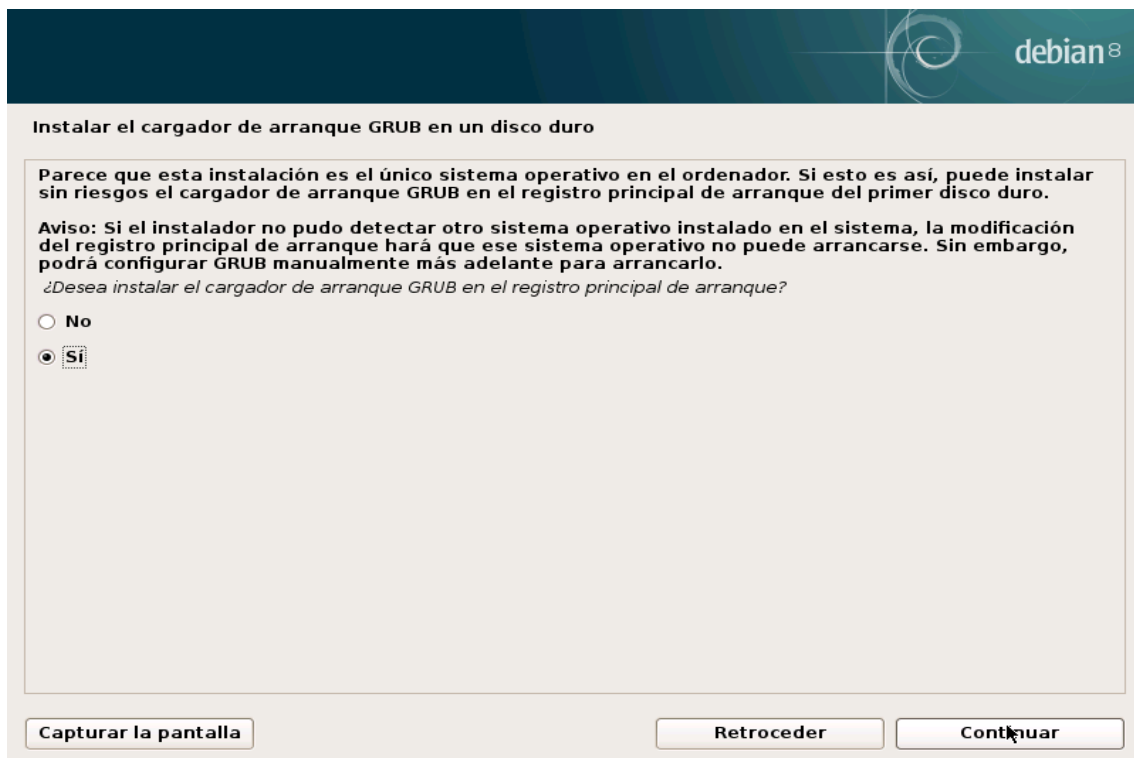
Captura 3.117

La elección del entorno de escritorio es arbitraria, ya que la configuración la haremos a través de la *Shell*. Al seleccionar **web server** estamos instalado el servidor HTTP Apache.



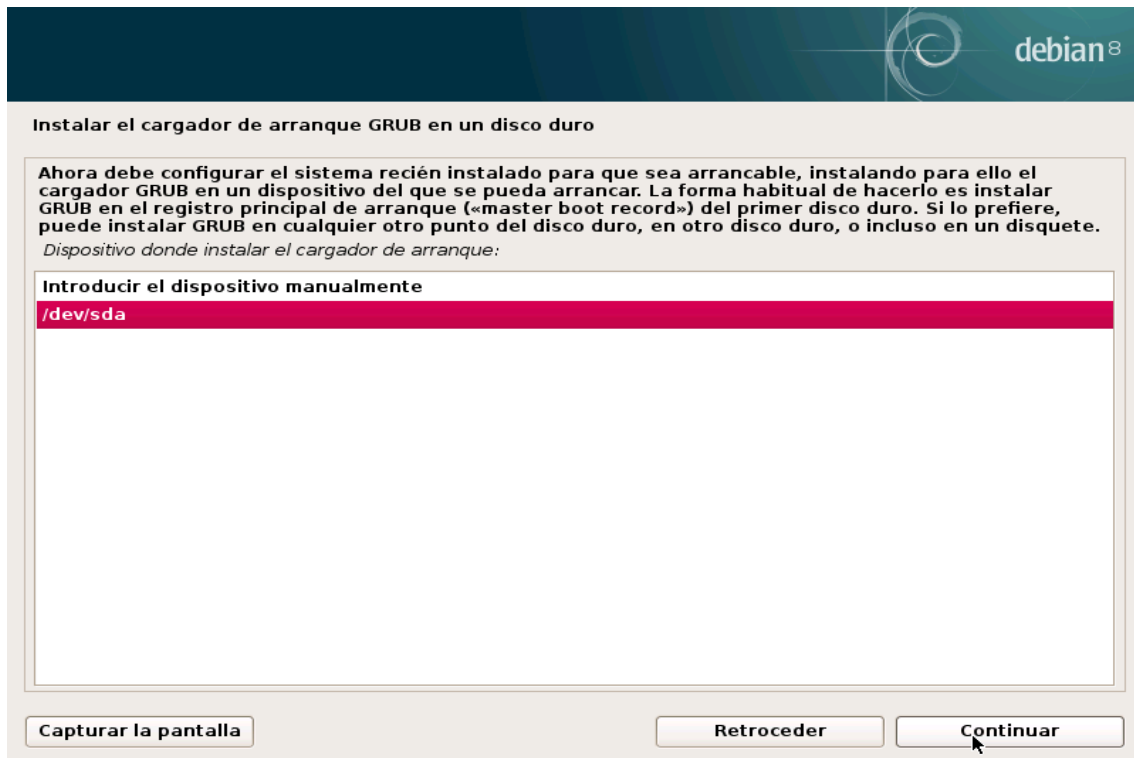
Captura 3.118

El cargador de arranque GRUB es el software que permite iniciar el sistema operativo. Es una parte imprescindible por lo tanto seleccionamos **Si**.

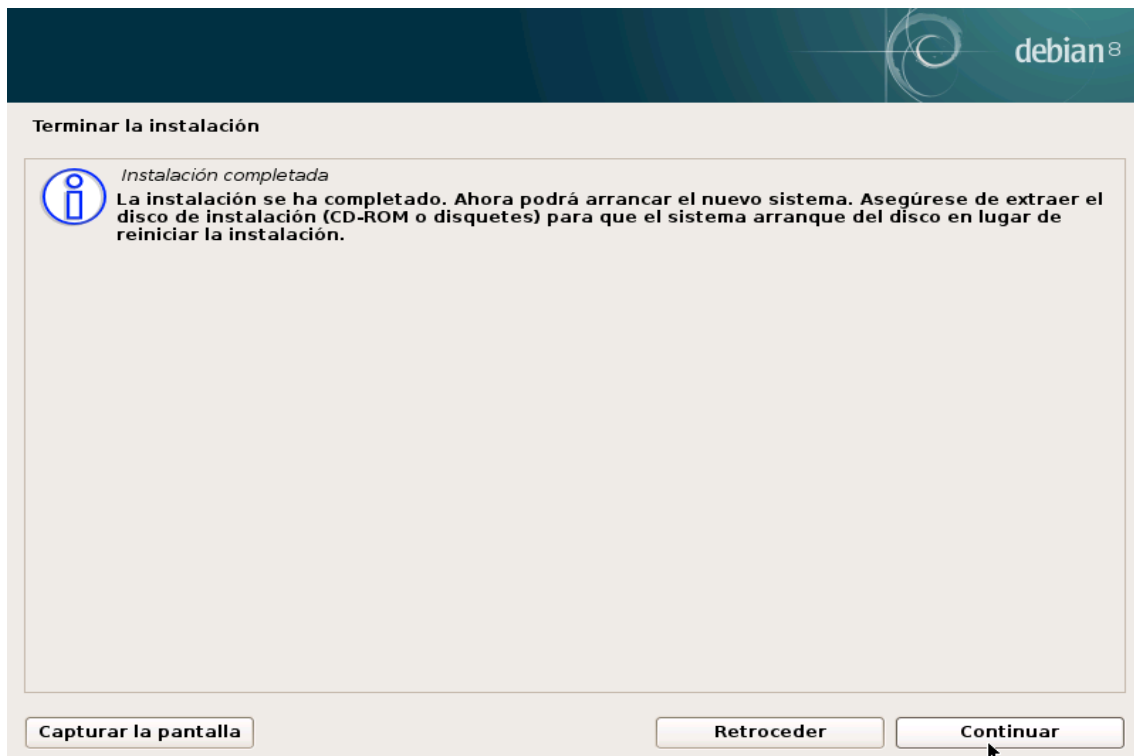


Captura 3.119

Seleccionamos **/dev/sda** que es el disco de la máquina virtual.



Captura 3.120



Captura 3.121

3.4.3.2 Configuración proxy en Shell Linux

Para configurar el proxy en la Shell tenemos que “exportar” la variable `http_proxy`, con el proxy que nos corresponda. Hay que tener en cuenta que si accedemos como *root* habrá que volver a exportarla.

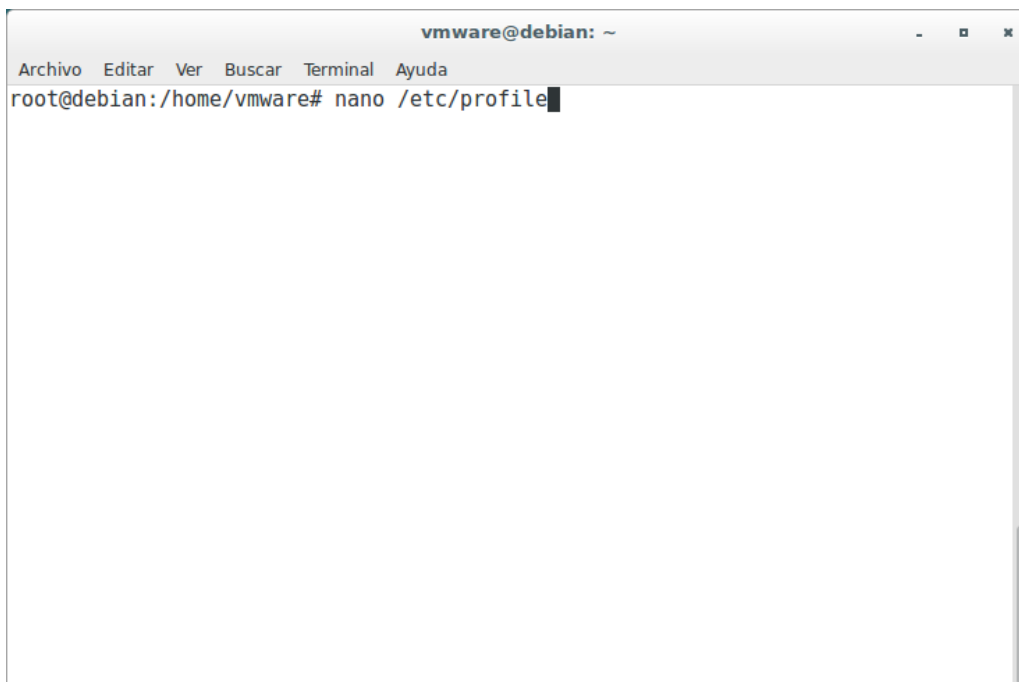
```
export http_proxy=http://direccionproxy:puerto/
```



A terminal window titled 'vmware@debian: ~' with a menu bar containing 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Buscar', 'Terminal', and 'Ayuda'. The prompt is 'vmware@debian:~\$' and the command 'export http_proxy=http://proxy.alu.uma.es:3128/' has been entered, with a cursor at the end of the line.

Captura 3.122

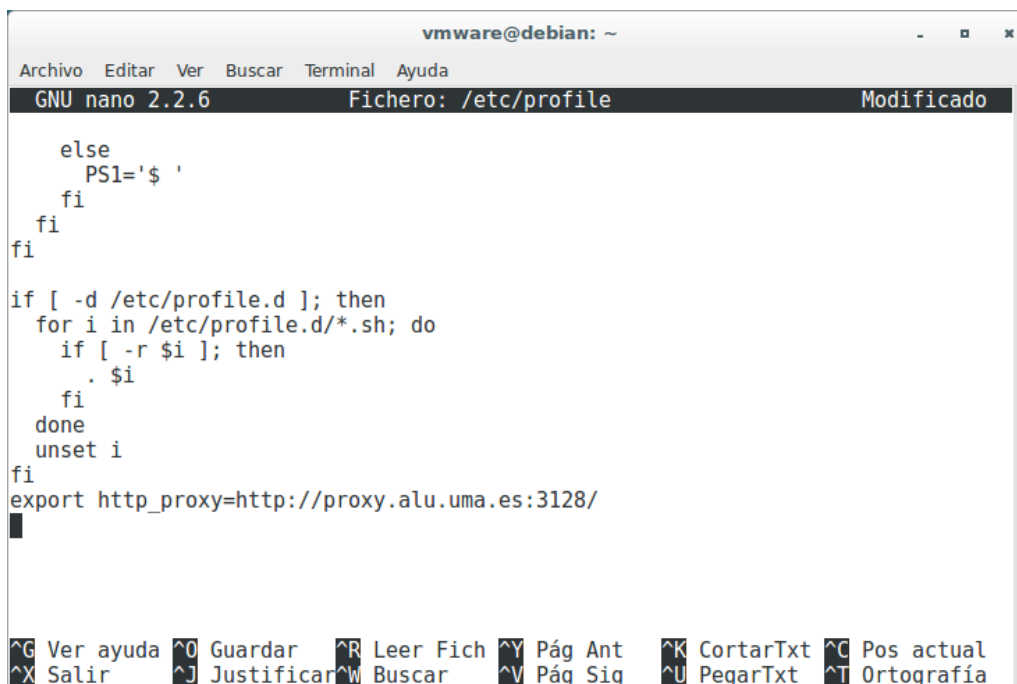
Para configurarlo permanentemente y para todos los usuarios, tendremos que acceder como *root* con el comando `su` y editar el archivo `/etc/profile` con un editor de texto, en nuestro caso `nano`.



A terminal window titled 'vmware@debian: ~' with a menu bar containing 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Buscar', 'Terminal', and 'Ayuda'. The prompt is 'root@debian:/home/vmware#' and the command 'nano /etc/profile' has been entered, with a cursor at the end of the line.

Captura 3.123

Añadimos en la última línea la exportación de la variable. [Ctrl]-[O] para guardar (nótese “O” letra) [Ctrl]-[X] para salir.



```
vmware@debian: ~
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
GNU nano 2.2.6  Fichero: /etc/profile  Modificado

    else
        PS1='$ '
    fi
fi
fi
if [ -d /etc/profile.d ]; then
    for i in /etc/profile.d/*.sh; do
        if [ -r $i ]; then
            . $i
        fi
    done
    unset i
fi
export http_proxy=http://proxy.alu.uma.es:3128/
█

^G Ver ayuda  ^O Guardar  ^R Leer Fich  ^Y Pág Ant  ^K CortarTxt  ^C Pos actual
^X Salir      ^J Justificar  ^W Buscar  ^V Pág Sig  ^U PegarTxt  ^T Ortografía
```

Captura 3.124

3.4.4 Owncloud



Ilustración 3.2

Owncloud es una plataforma para el servicio de alojamiento de archivos, almacenamiento en línea y aplicaciones en línea. Esta desarrollada por la comunidad OwnCloud Inc. y es *open-source*.

Podemos descárganosla desde su página web:

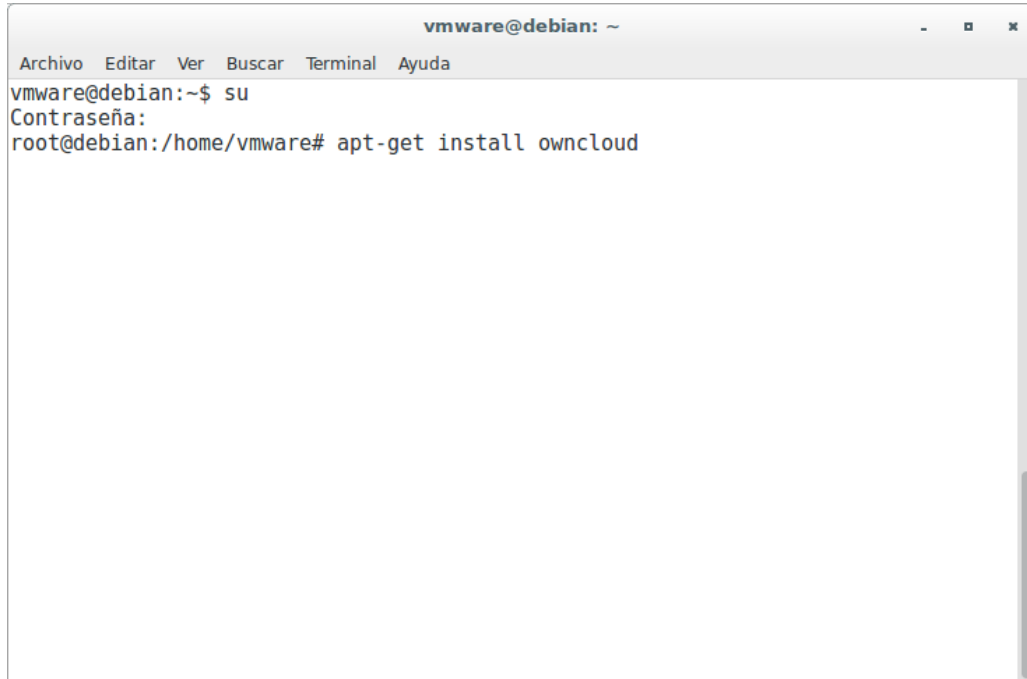
<https://owncloud.org/install/>

O en nuestro caso desde los repositorios de Debian.

3.4.4.1 Procedimiento de Instalación

Para empezar su instalación en un entorno Debian simplemente utilizamos el comando de gestión de paquetes `apt-get`.

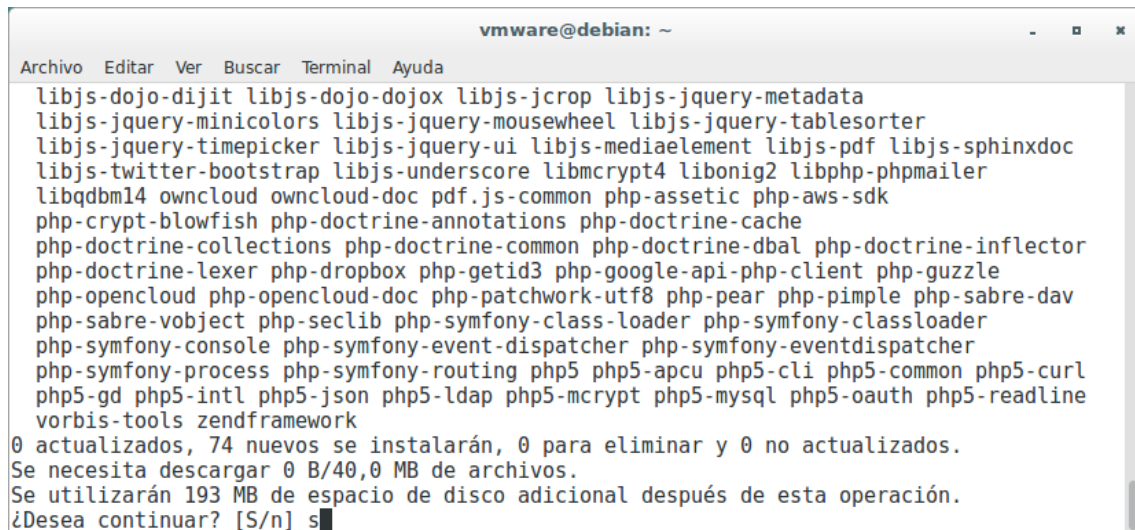
Primero accedemos como *root* a través del comando `su` y luego ejecutamos `apt-get install owncloud`.



```
vmware@debian: ~  
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda  
vmware@debian:~$ su  
Contraseña:  
root@debian:/home/vmware# apt-get install owncloud
```

Captura 3.125

Automáticamente se seleccionará los paquetes dependientes.



```
vmware@debian: ~  
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda  
libjs-dojo-dijit libjs-dojo-dojox libjs-jcrop libjs-jquery-metadata  
libjs-jquery-minicolors libjs-jquery-mousewheel libjs-jquery-tablesorter  
libjs-jquery-timepicker libjs-jquery-ui libjs-mediaelement libjs-sphinxdoc  
libjs-twitter-bootstrap libjs-underscore libmcrypt4 libonig2 libphp-phpmailer  
libqdbm14 owncloud owncloud-doc pdf.js-common php-assetic php-aws-sdk  
php-crypt-blowfish php-doctrine-annotations php-doctrine-cache  
php-doctrine-collections php-doctrine-common php-doctrine-dbal php-doctrine-inflector  
php-doctrine-lexer php-dropbox php-getid3 php-google-api-php-client php-guzzle  
php-opencloud php-opencloud-doc php-patchwork-utf8 php-pear php-pimple php-sabre-dav  
php-sabre-vobject php-seclib php-symfony-class-loader php-symfony-classloader  
php-symfony-console php-symfony-event-dispatcher php-symfony-eventdispatcher  
php-symfony-process php-symfony-routing php5 php5-apcu php5-cli php5-common php5-curl  
php5-gd php5-intl php5-json php5-ldap php5-mcrypt php5-mysql php5-oauth php5-readline  
vorbis-tools zendframework  
0 actualizados, 74 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.  
Se necesita descargar 0 B/40,0 MB de archivos.  
Se utilizarán 193 MB de espacio de disco adicional después de esta operación.  
¿Desea continuar? [S/n] s
```

3.4.4.2 MySQL Server

Owncloud necesita una base de datos, para ello como cometamos anteriormente hemos elegido MySQL. Necesitamos instalar un servidor MySQL con el comando `apt-get install mysql-server`.

```
vmware@debian: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
root@debian:/home/vmware# apt-get install mysql-server
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes extras:
  libaiol libdbd-mysql-perl libdbi-perl libhtml-template-perl
  libterm-readkey-perl mysql-client-5.5 mysql-server-5.5 mysql-server-core-5.5
Paquetes sugeridos:
  libmldbm-perl libnet-daemon-perl libsql-statement-perl
  libipc-sharedcache-perl tinyca
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
  libaiol libdbd-mysql-perl libdbi-perl libhtml-template-perl
  libterm-readkey-perl mysql-client-5.5 mysql-server mysql-server-5.5
  mysql-server-core-5.5
0 actualizados, 9 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 7.903 kB/7.912 kB de archivos.
Se utilizarán 92,2 MB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar? [S/n] s
```

Captura 3.126

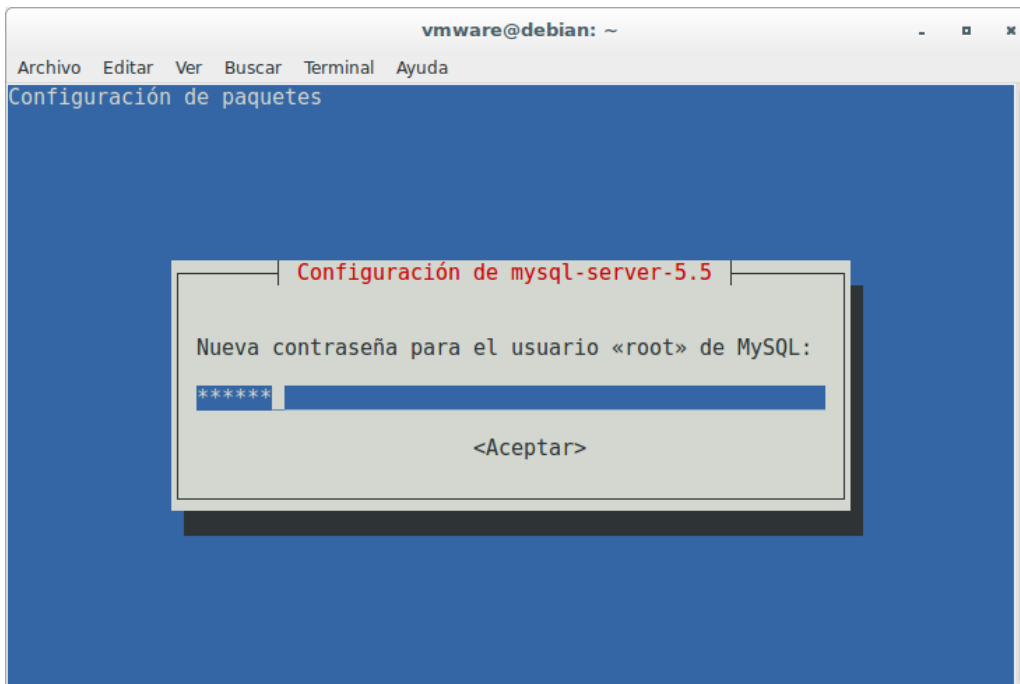
Nos pide configurar una contraseña, aunque no es obligatorio.

```
vmware@debian: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
Configuración de paquetes
Configuración de mysql-server-5.5
Se recomienda que configure una contraseña para el usuario «root»
(administrador) de MySQL, aunque no es obligatorio.

No se modificará la contraseña si deja el espacio en blanco.

Nueva contraseña para el usuario «root» de MySQL:
*****
<Aceptar>
```

Captura 3.127



Captura 3.128

Ahora crearemos un nuevo usuario y una base de datos. Accedemos a la consola de MySQL:

```
mysql -u root -p
```

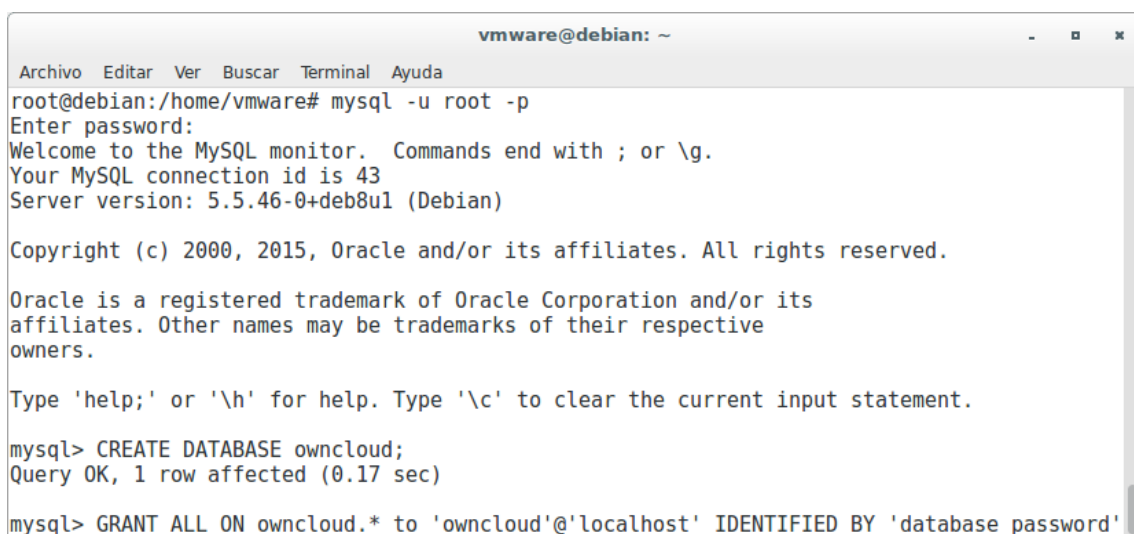
Introducimos la contraseña creada en las Capturas 3.127 - 3.128.

Creamos una base de datos:

```
CREATE DATABASE Owncloud;
```

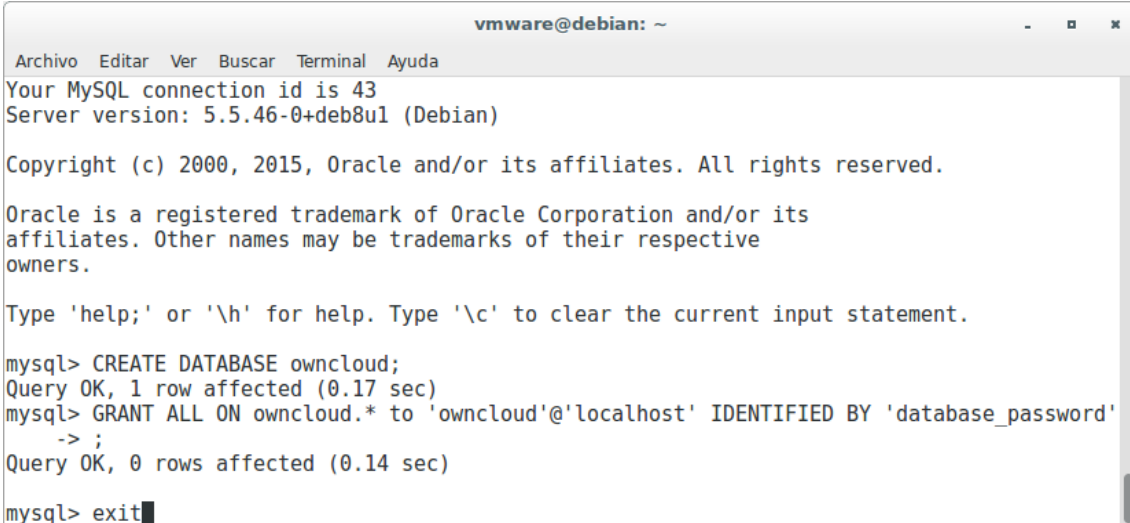
Concedemos permisos sobre esta base de datos al usuario owncloud de la máquina local y le asignamos una contraseña, en nuestro caso “database_password”.

```
GRANT ALL ON owncloud.* to 'owncloud'@'localhost' IDENTIFIED BY 'database_password';
```



Captura 3.129

Para salir de la consola MySQL ejecutamos el comando `exit`.



```
vmware@debian: ~
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
Your MySQL connection id is 43
Server version: 5.5.46-0+deb8u1 (Debian)

Copyright (c) 2000, 2015, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> CREATE DATABASE owncloud;
Query OK, 1 row affected (0.17 sec)
mysql> GRANT ALL ON owncloud.* to 'owncloud'@'localhost' IDENTIFIED BY 'database_password'
-> ;
Query OK, 0 rows affected (0.14 sec)

mysql> exit
```

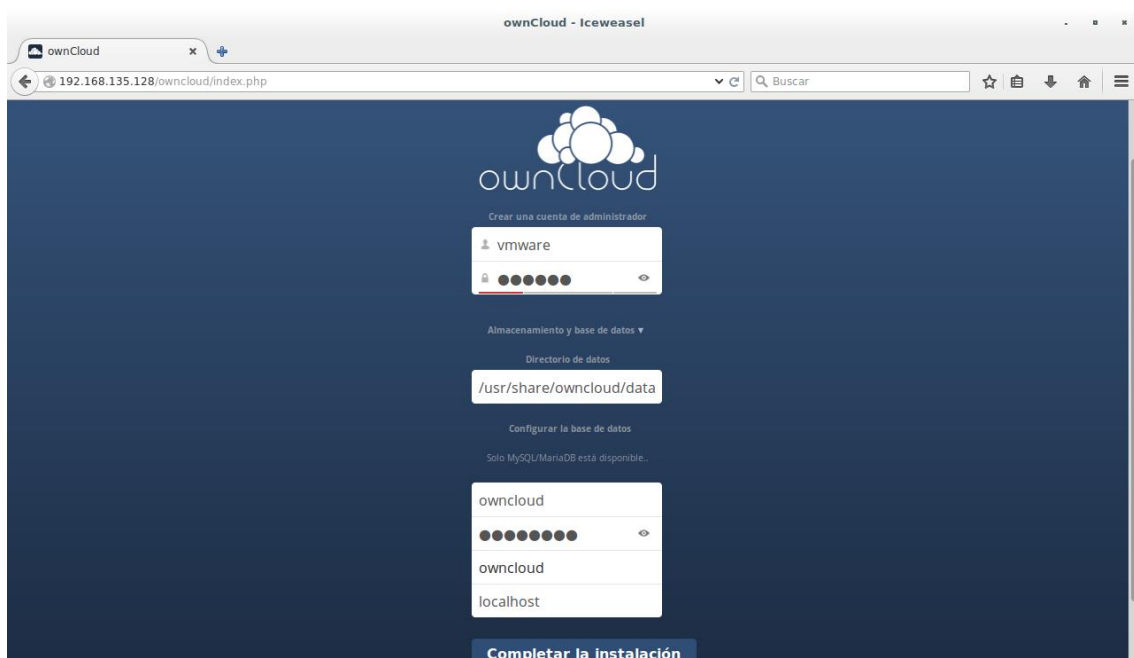
Captura 3.130

3.4.4.3 Procedimiento de Configuración

Nuestro último paso será acceder a la dirección web de la máquina a través de un navegador, podemos usar *localhost* ó 127.0.0.1, si nos encontramos en la propia máquina, o la dirección IP o FQDN. En nuestro caso la dirección IP.

Debemos introducir:

- El usuario y contraseña del administrador.
- La localización del directorio donde se guardarán los datos de los usuarios.
- Y los datos de la base de datos que hemos creado en la Captura 3.129



Captura 3.131

Pulsamos **Completar la instalación** y acabamos.

4 Tecnología vMotion

(Vmware vSphere 5.1 vMotion, Performance and Best Practices)

4.1 Arquitectura

La migración en caliente de una máquina virtual requiere transferir todo el estado de ejecución de la máquina virtual desde un *host* origen a otro destino, utilizando una conexión de red de alta velocidad. Esta ejecución tiene tres partes principales.

- El estado de los dispositivos virtuales, incluyendo el estado de la CPU, red, adaptadores de disco, etc.
- Conexiones de dispositivos externos, incluyendo los adaptadores de red y los dispositivos SCSI.
- La memoria física de la máquina virtual.

4.2 Estado de los Dispositivos Virtuales

El estado de los dispositivos virtuales que es la información que maneja el hipervisor sobre los dispositivos virtuales. Suele tener un tamaño menor de 8 MB, pero en algunos casos puede superar los 128 MB. Estos tamaños no son en absoluto, problema en una red de alta velocidad, como puede ser 10 GbE.

4.3 Redes y Conexiones de Dispositivos SCSI

La arquitectura de la red virtual centrada en los conceptos de *switch* virtual y tarjeta de red virtual (vNIC), hace muy fácil preservar las conexiones existentes. Debido a que cada vNIC tiene su propia dirección MAC, que es independiente de la dirección MAC de la tarjeta de red física. Simplemente los EXSi tienen que estar en la misma subred. La migración se hace rápida y eficientemente, así las conexiones no llegan a su *time out*. Después de que la máquina virtual sea migrada, el *host* destino envía un paquete de resolución de direcciones inversa (RARP) al *switch* físico, asegurando así que el *switch* actualiza sus tablas con la nueva dirección del puerto de la máquina virtual migrada. La migración es completamente transparente para los clientes remotos de la máquina virtual.

La disponibilidad de almacenamiento compartido como NAS hace muy fácil transferir el estado del disco. Las peticiones al disco duro se hacen a través de la red a la dirección del almacenamiento compartido, por lo tanto, el *host* destino lo único que tiene que hacer son las peticiones del disco esa misma dirección.

4.4 Memoria Física de la Máquina Virtual

La memoria física es el componente más grande que se necesita transferir en la migración. Para permitir que la máquina virtual siga ejecutándose mientras se transfiere la memoria y para conseguir transparencia, el estado de la memoria de la máquina virtual se transfiere en tres fases:

4.4.1 Fase de seguimiento de la máquina virtual

Durante esta etapa, se realiza un seguimiento de las páginas de memoria de la máquina virtual, para así poder registrar cualquier modificación realizada en la máquina virtual durante la migración. Este seguimiento puede causar un breve descenso en el rendimiento. El impacto es normalmente proporcional al tamaño de la memoria de la máquina virtual.

4.4.2 Fase pre-copia

Debido a que la máquina virtual continúa funcionando y sigue modificando el estado de la memoria en el host origen. El contenido de la memoria se copia en un proceso iterativo. La primera iteración copia toda la memoria. Las siguientes iteraciones solo copian las páginas de memoria que se modificaron durante la iteración anterior. El número de iteraciones dependen de como esté cambiando la memoria en el host origen, debido a las operaciones en curso de la máquina virtual. El mayor uso de red se hace en esta fase, sin gastar un número significativo de ciclos de CPU. Puede que se observe un impacto en el rendimiento debido a la escritura de los cambios de las páginas.

4.4.3 Fase de desconexión

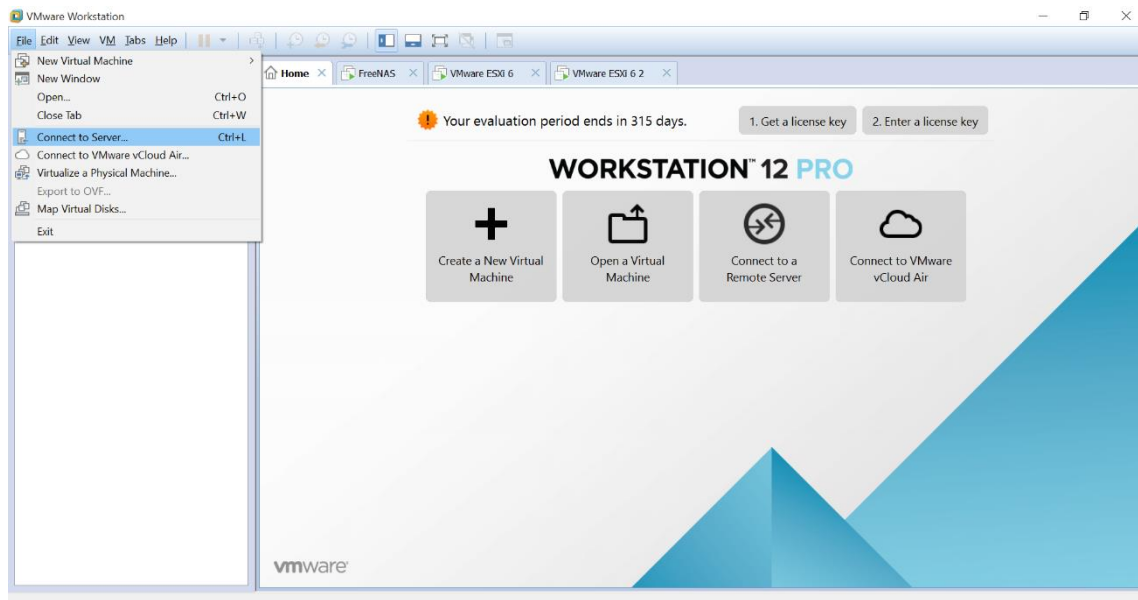
En esta última fase, la máquina virtual es momentáneamente congelada en el host origen, el último conjunto de cambios de la memoria se copia al host destino y la máquina virtual se reanuda en el host destino. La máquina virtual hace una breve pausa en este paso. Aunque la duración de esta fase es menos de un segundo, es la fase que probablemente tenga mayor impacto en el rendimiento de la máquina virtual. El impacto depende de varios factores, incluyendo la infraestructura de red, el almacenamiento compartido, el hardware del host, el software del hipervisor distribuido y la carga de trabajo de la máquina virtual.

4.5 Migración en Caliente

4.5.1 Subir la Máquina Virtual

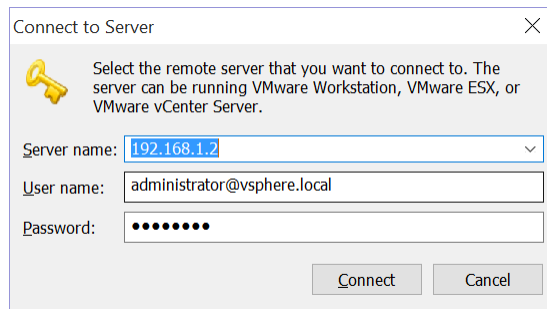
Para poder hacer la migración lo primero que tenemos que hacer es subir la maquina con el servidor web a uno de los ESXi. Una de las posibles opciones es a través de **VMware Workstation Pro**:

File => Connect to Server o [Ctr]-[L]



Captura 4.1

Tenemos que introducir la IP o el FQDN creados en la Captura 3.62, el usuario es administrator@'SSO Domain name' y la contraseña 'vCenter SSO Password' creados en la Captura 3.58.

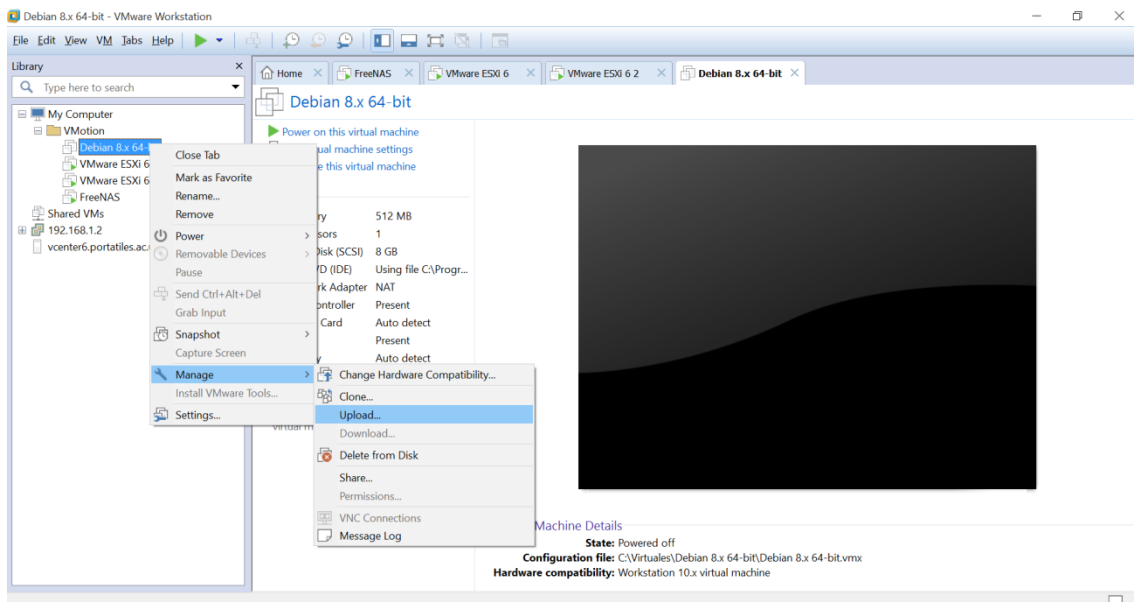


Captura 4.2

Esto nos creará en la barra lateral izquierda una nueva línea con el nombre del servidor que hemos introducido.

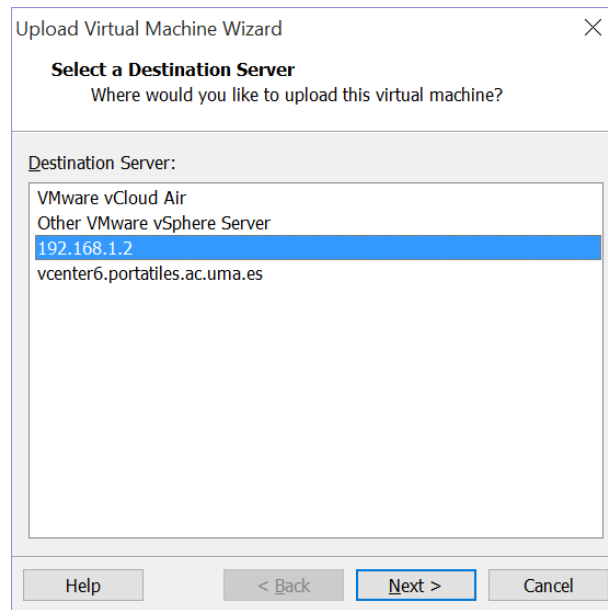
El siguiente paso será seleccionar la máquina virtual y hacer clic con el botón secundario del ratón.

Manage => Upload...



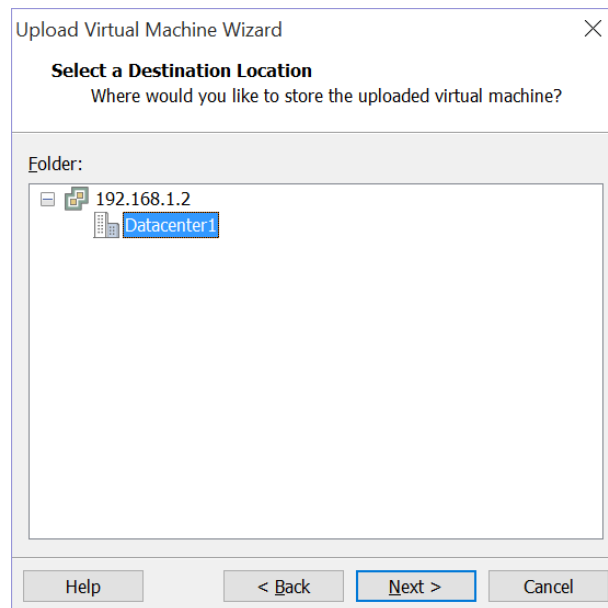
Captura 4.3

Seleccionamos el servidor introducido en la Captura 4.2.



Captura 4.4

Elegimos el *Datacenter* deseado.



Captura 4.5

El host debe estar conectado al almacenamiento en red compartido. En nuestro caso el almacenamiento compartido es **DTFreeNAS**, lo seleccionamos y continuamos.

Name	Space Free
datastore1	72.9 GB
DTFreeNAS	60.1 GB

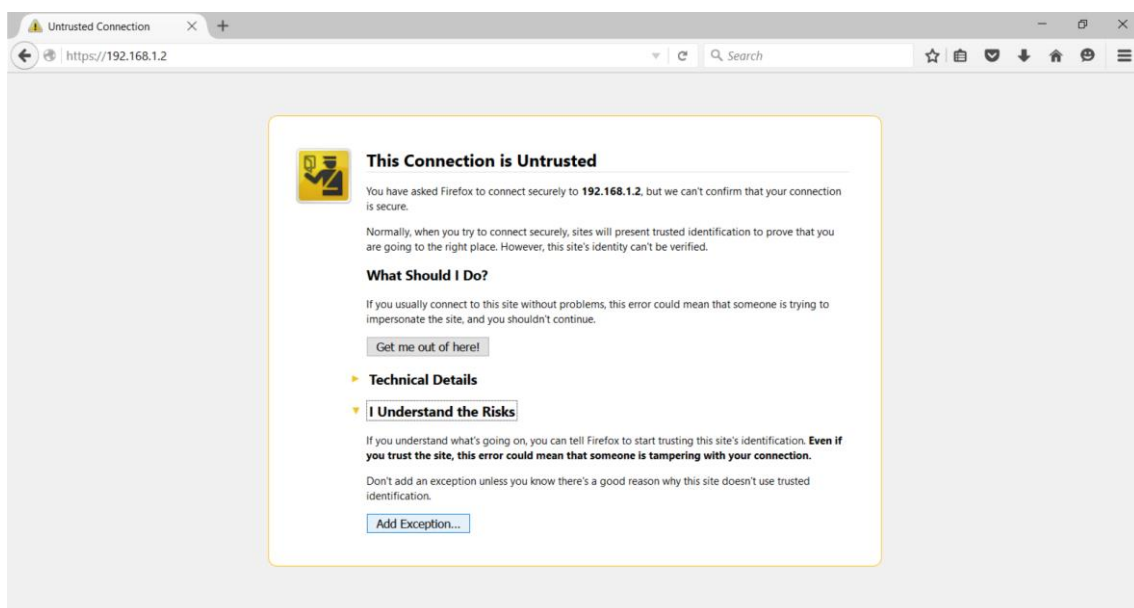
Captura 4.6

4.5.2 vCenter Web Client

Vamos a hacer el proceso a través del cliente web, ya que presenta más opciones que el cliente de escritorio. Tendremos que tener instalado el VMware Client Integration Plug-in, la instalación se detalla en el apartado 3.3.3.1. Como desventaja, la velocidad de reacción del cliente web se puede ver disminuida en relación con la potencia del servidor que aloje al vCenter y la infraestructura de red. En el caso que sea muy lento, recomendamos usar el cliente de escritorio.

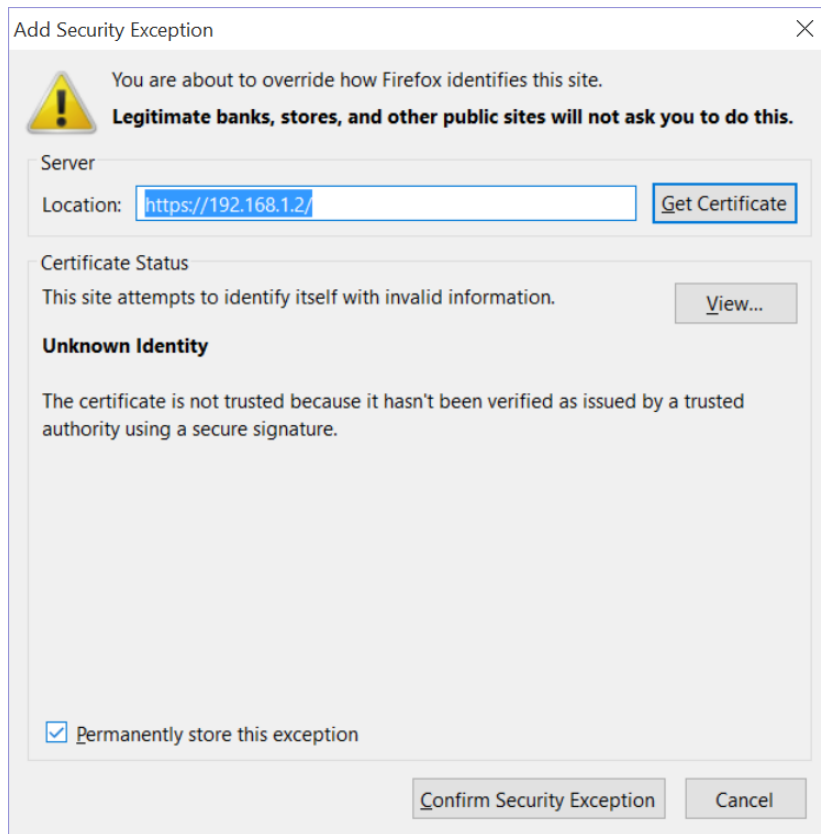
Accedemos a la dirección del vCenter, introducida en la Captura 3.62, con el protocolo HTTPS.

La primera vez que nos conectemos nos saldrá una excepción de seguridad.



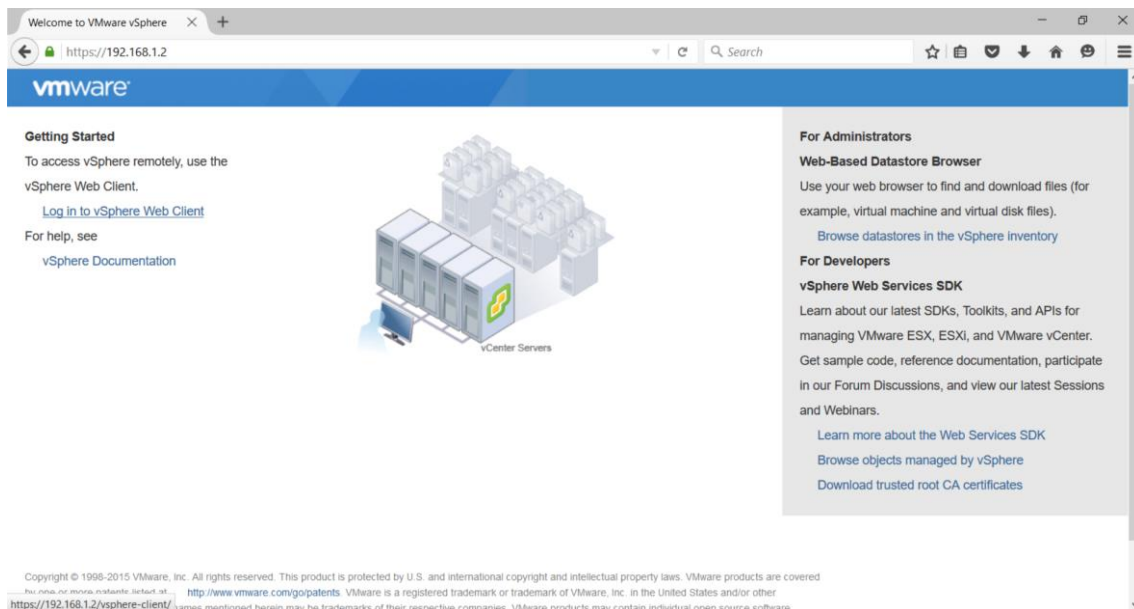
Captura 4.7

Añadimos el certificado.



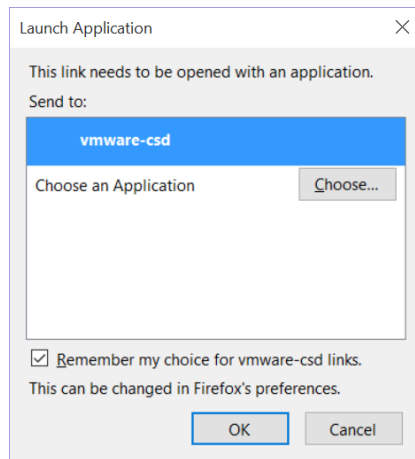
Captura 4.8

Pinchamos en el enlace **Log in to vSphere Web Client**



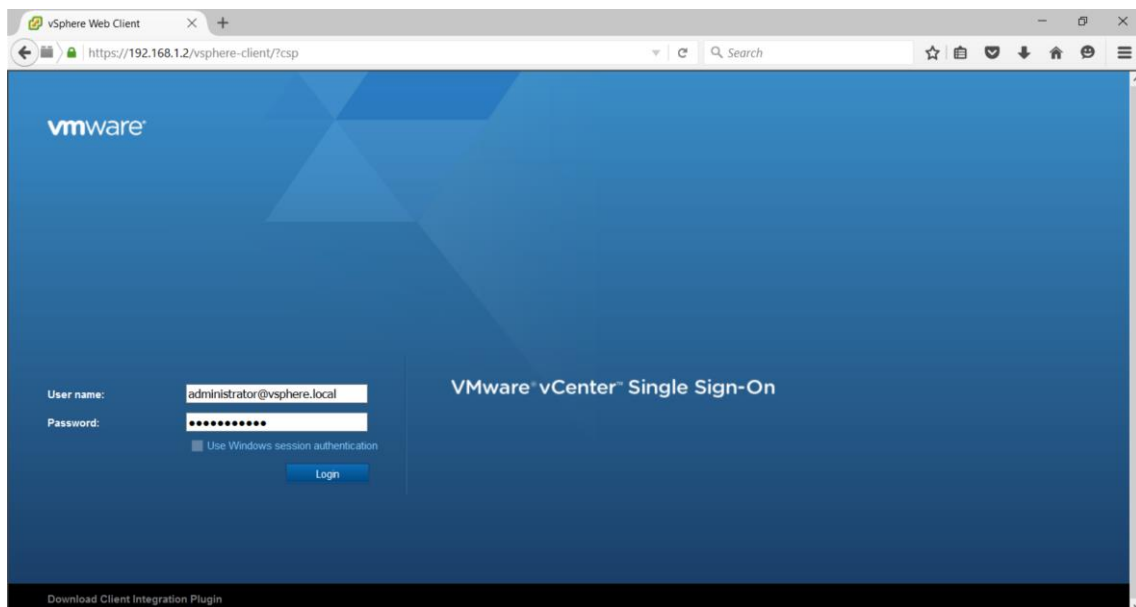
Captura 4.9

Nos pide permiso para ejecutar el *plug-in*.



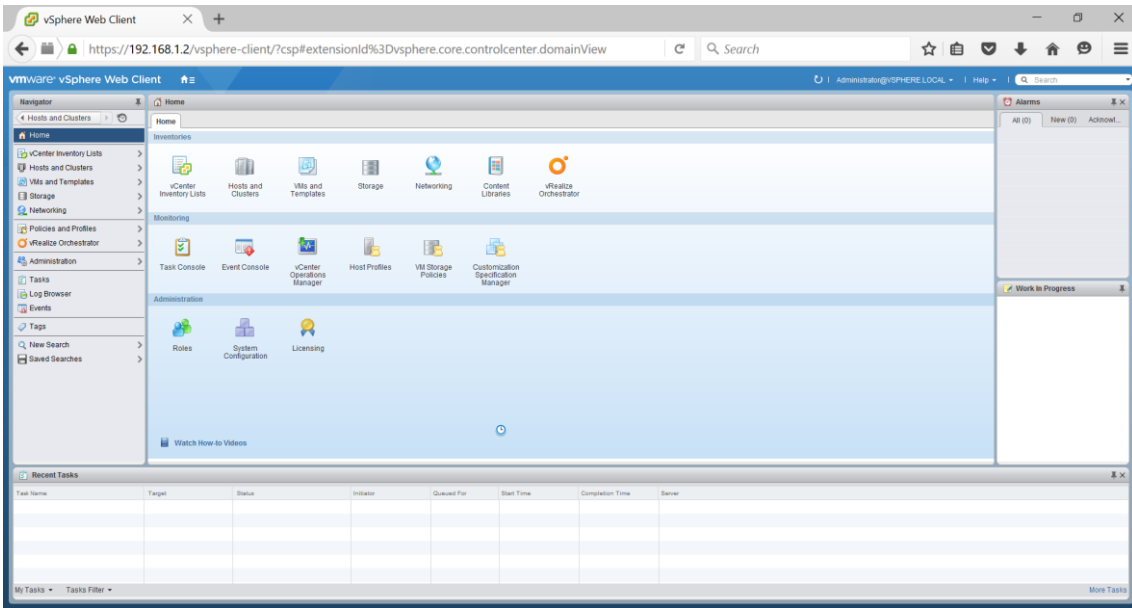
Captura 4.10

El usuario es administrator@'SSO Domain name' y la contraseña 'vCenter SSO Password' creados en la Captura 3.58.



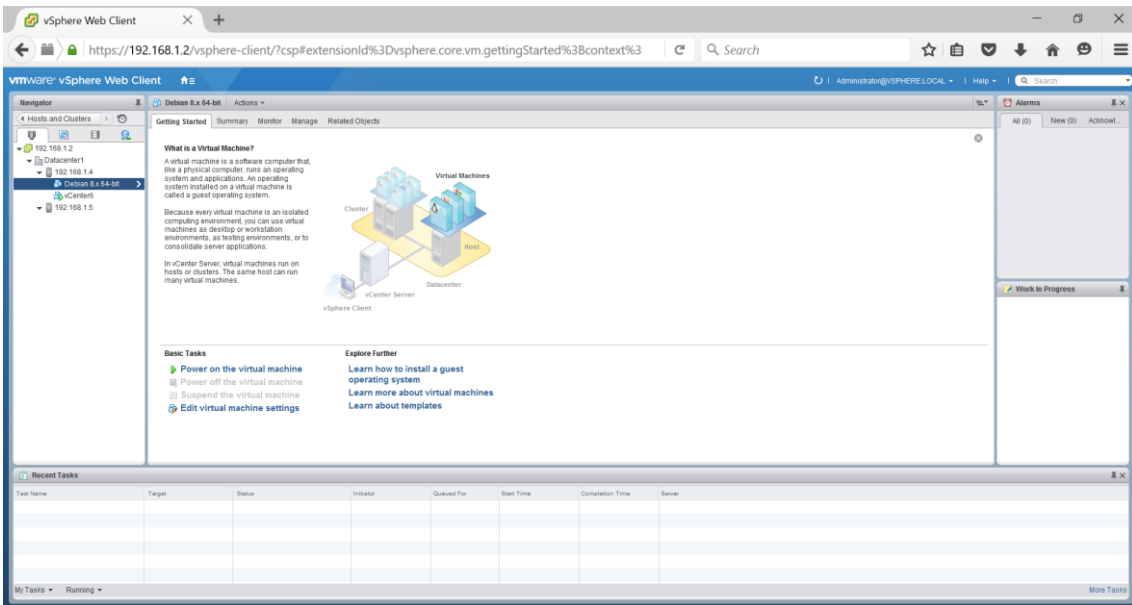
Captura 4.11

Esta es la página principal. Desde aquí nos movemos a **Host and Clusters**



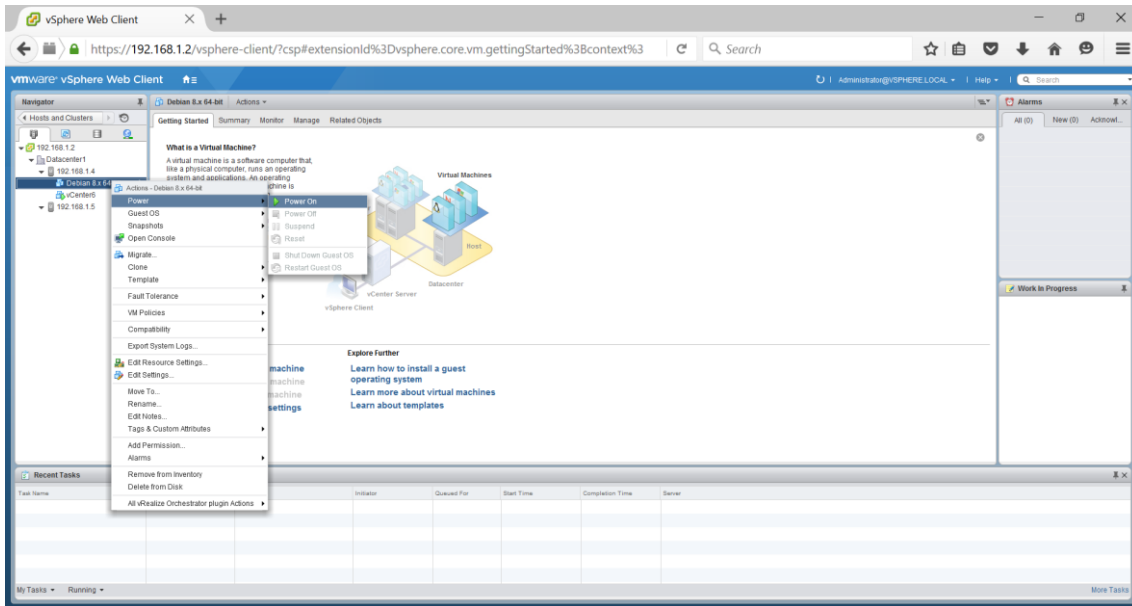
Captura 4.12

Desde aquí iniciaremos la máquina virtual.



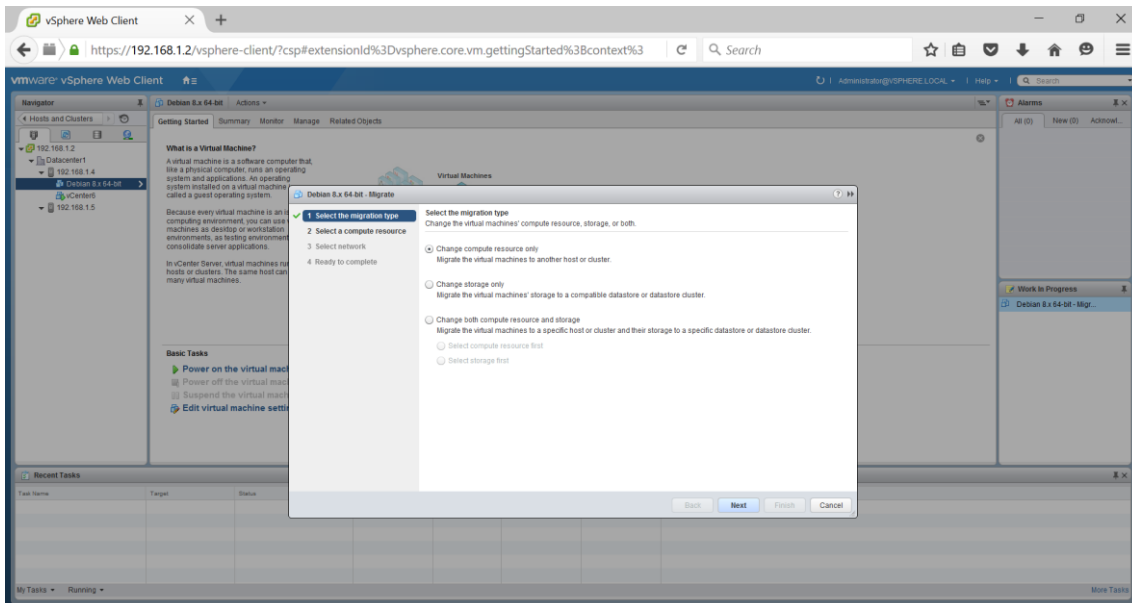
Captura 4.13

Pulsando con el clic izquierdo del ratón y dirigiéndonos a **Power => Power On**



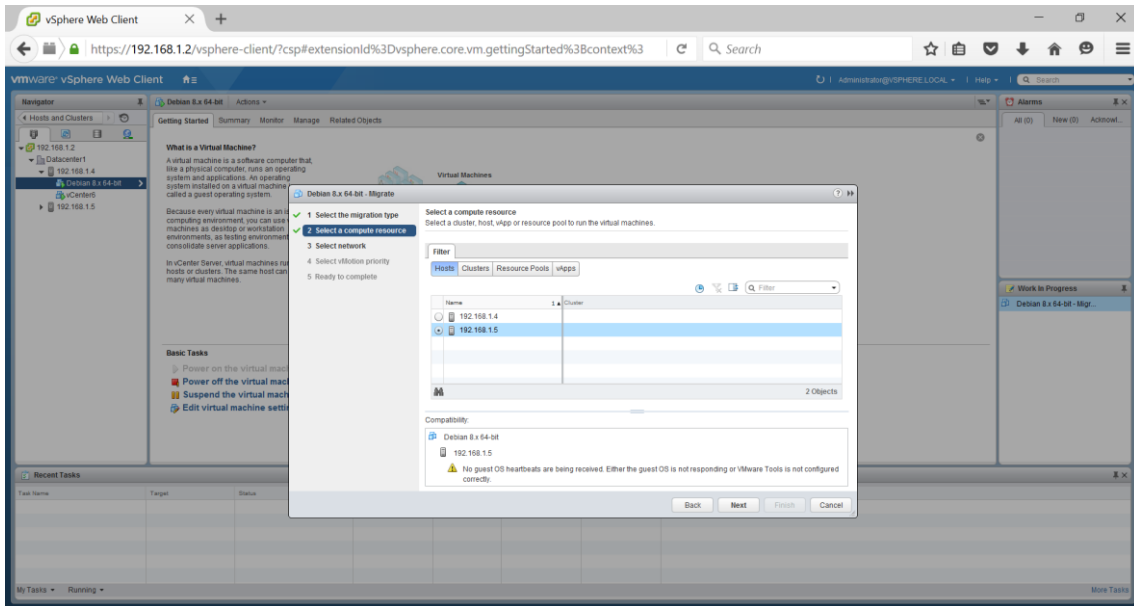
Captura 4.14

Elegimos **Change compute resource only**.



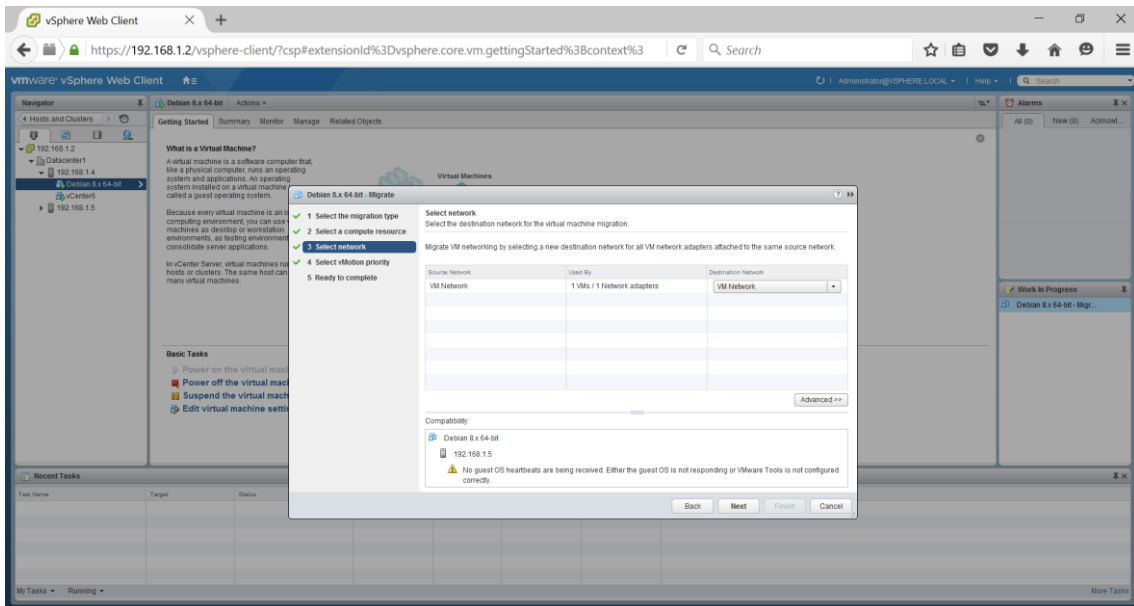
Captura 4.15

Seleccionamos el ESXi destino.



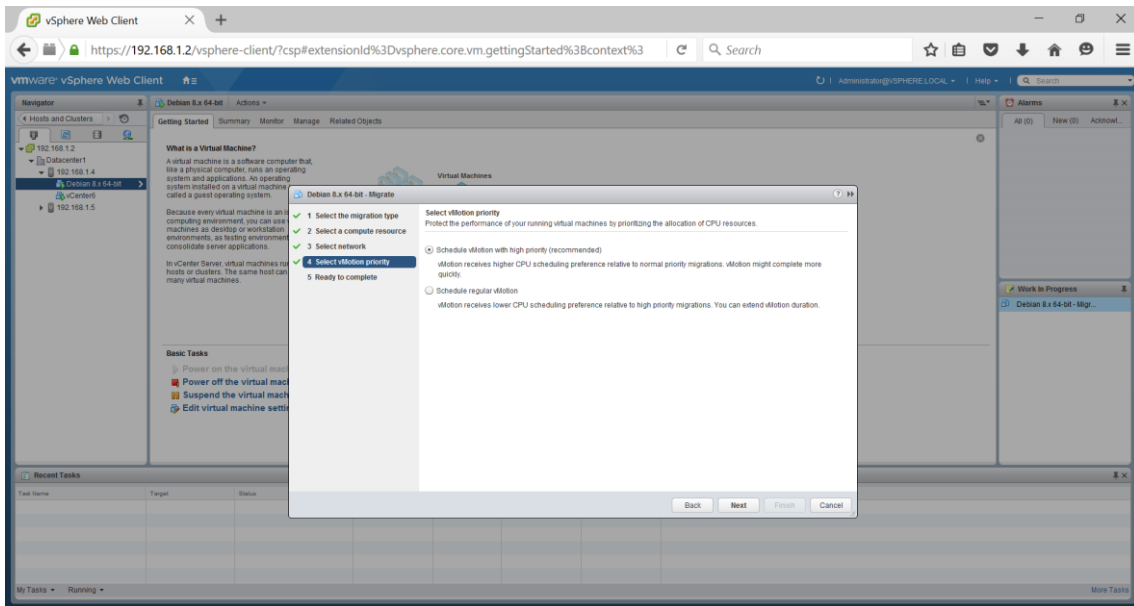
Captura 4.16

El EXSi destino tiene que tener acceso a la red virtual de la máquina que queremos migrar. Si tuviera otro nombre diferente a la red original podemos elegir cual es.

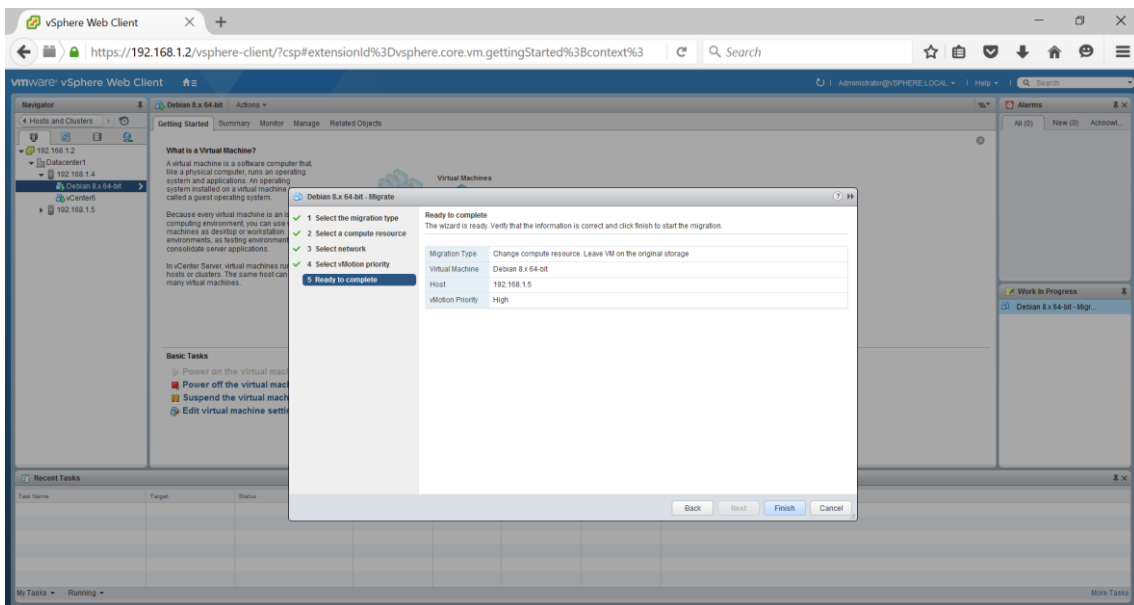


Captura 4.17

La prioridad solo es relevante si el vCenter tiene más tareas en ese momento, en caso contrario el resultado es el mismo.



Captura 4.18



Captura 4.19

5 Pruebas de Rendimiento sobre Servidores Físicos

5.1 Descripción

Los momentos más característicos para las pruebas de rendimiento son cuando la máquina hace muchos cambios en la memoria RAM y cuando está en reposo. El tráfico de red y las peticiones al disco duro son casi inocuas ya que, como explicamos anteriormente, es un simple envío de un paquete de resolución de direcciones inversa (RARP).

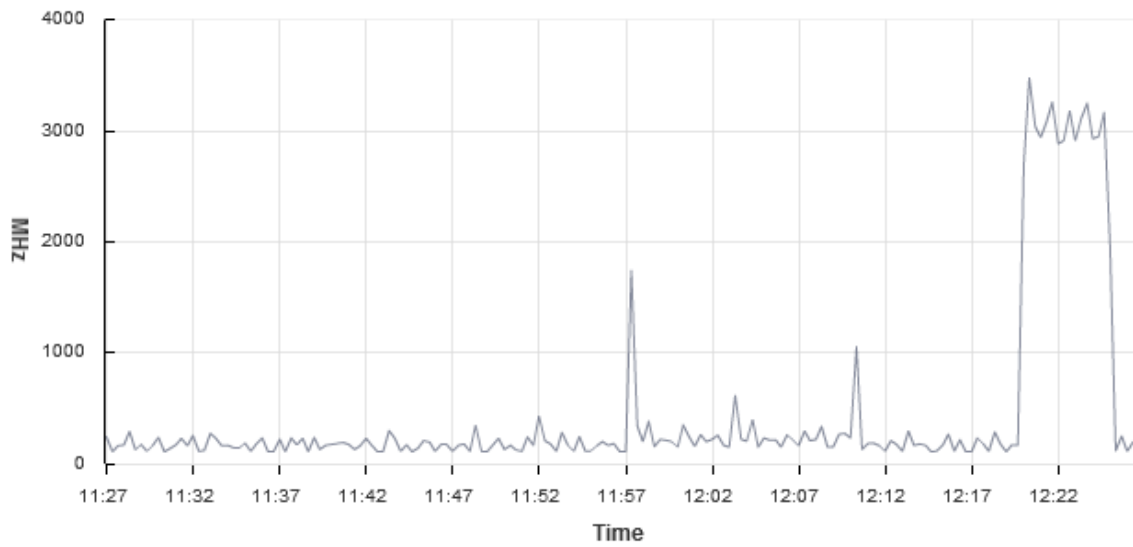
Se ha diseñado un script en *bash* para hacer muchos cambios en la memoria RAM.

```
#!/bin/bash
mkdir /mnt/test
mount -t tmpfs /mnt/test /mnt/test
while [ true ]
do
dd if=/dev/urandom of=/dev/test/ram bs=1M
done
```

Este script escribe datos aleatorios continuamente en la mitad de la memoria RAM de sistema.

Se migrará en caliente el servidor web virtual que hemos instalado en el apartado 3.4. Cambiando de estado 1 (Diagrama 2.1) al estado 2 (Diagrama 2.2). Los pasos a seguir se detallan en el apartado 4.5.2. Primero en un estado de reposo y luego ejecutando el script anterior. Se medirá el consumo de CPU, el consumo de memoria RAM de un solo ESXi, al ser equivalentes y por simplicidad. También se medirá en tiempo total en que tarda en hacer la migración.

5.2 Gráficas de Resultados



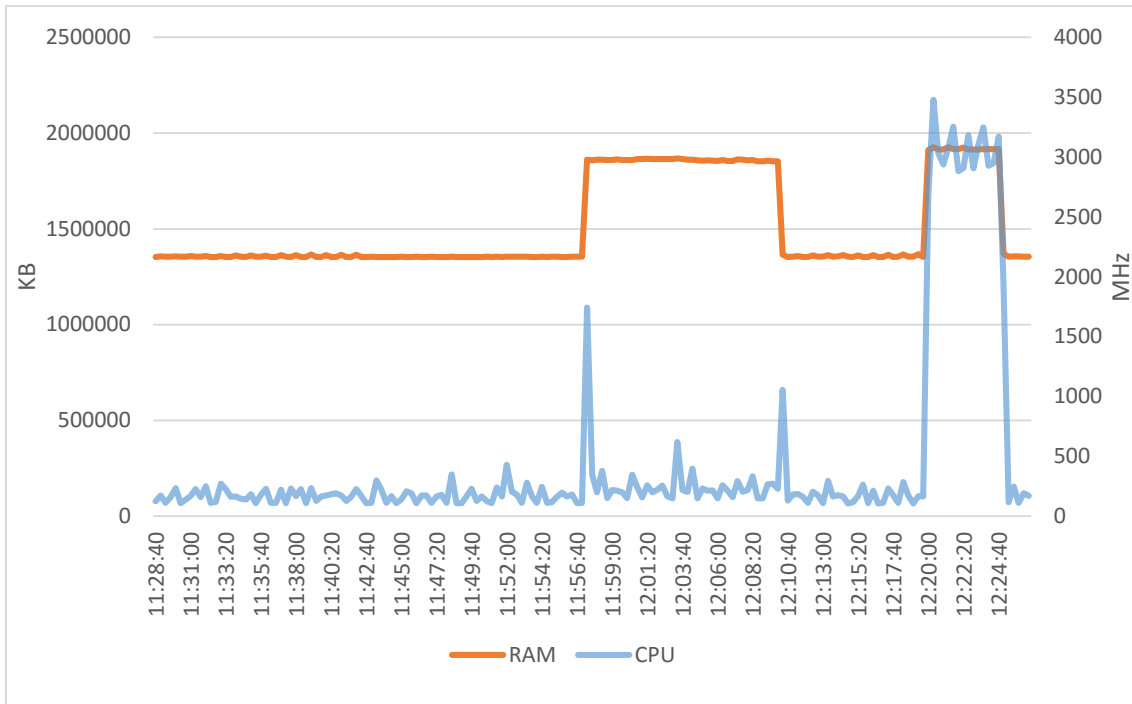
K..	Object	Measurement	Rollup	Units	Latest	Ma...	Min...
■	dac25.portatiles....	Usage in MHz	Average	MHz	193	34...	106

Gráfica 5.1 – Consumo de CPU

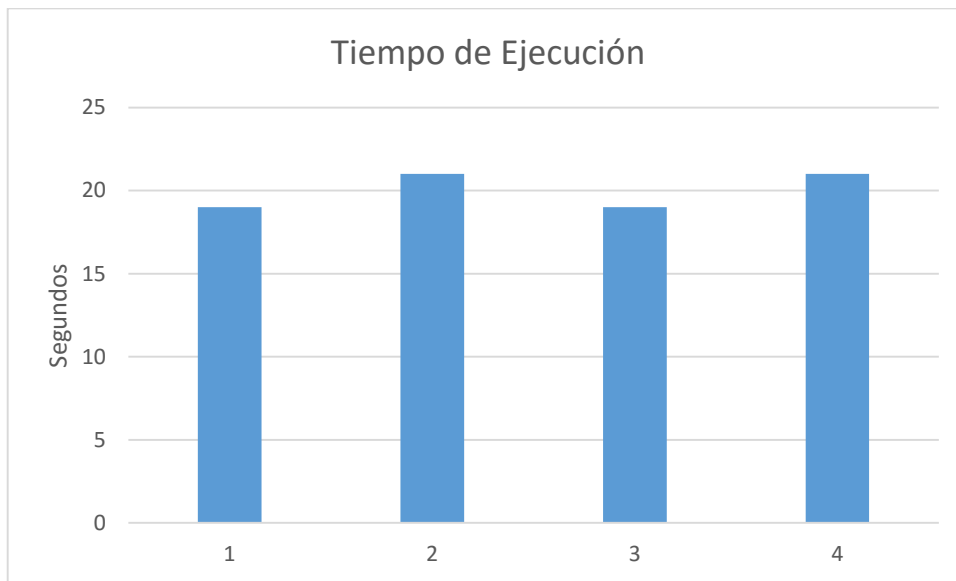


K..	Object	Measurement	Rollup	Units	Latest	Max...	Min...
■	dac25.portatiles.a...	Consumed	Average	KB	13...	19...	13...

Gráfica 5.2 Consumo de Memoria RAM



Gráfica 5.3 Consumo de Memoria RAM y CPU superpuestos.



Gráfica 5.4 – Tiempo de Ejecución de las Migraciones

5.3 Comentarios

En la gráfica del consumo de RAM podemos ver claramente cuando el ESXi monitorizado contiene a la máquina virtual. Es cuando la gráfica hace forma de mesa y supera los 1.5 GB.

Se han producido 4 migraciones en total. En las impares la migración ha tenido como destino el servidor ESXi monitorizado y en las pares ha sido origen de la migración.

Las dos primeras son con la máquina virtual en reposo y las dos últimas con la máquina en estrés.

El primer pico de CPU, correspondiente a la primera subida del consumo de RAM, el ESXi monitorizado recibe la primera migración. Este pico es debido a la migración, el consumo de

CPU aumenta ya que tiene que realizar las iteraciones que comprueban si se han producido cambios en la memoria RAM origen.

El tercer pico se produce por la segunda migración en la cual el ESXi monitorizado ahora es el origen. Este pico es sustancialmente menor, ya que la mayor parte del trabajo lo está haciendo el ESXi destino. Aun así, requiere algo de procesador.

En el cuarto pico el ESXi monitorizado recibe la máquina ya con el script mencionado en el apartado 5.1 ejecutándose. Este es el pico más grande de la gráfica y supera el consumo habitual de la propia máquina virtual. Se entiende que en este momento ha debido hacer muchas más iteraciones que en la migración 1.

El último pico el ESXi monitorizado es el origen de la migración con la máquina en estrés. El pico es menor que los generados por la propia máquina en estrés. Esto quiere decir que el consumo de CPU en un servidor sobrecargado, no se verá aumentado si se utiliza vMotion para liberar recursos.

El tiempo de ejecución de las migraciones, representado en la Gráfica 5.4, parece más ligado a la dirección de la migración que a los momentos de reposo y estrés. Las variaciones pueden ser debidas a la infraestructura de la red.

6 Conclusiones

- Se han cumplido los objetivos del anteproyecto, desde la instalación y configuración, hasta la documentación y pruebas del funcionamiento de vMotion. Y se ha creado una guía de instalación y configuración de todos los componentes de un sistema real, a la cual se le puede dar uso para la docencia de asignaturas relacionadas con la virtualización. Estas guías sirven para crear prácticas y por lo tanto material académico.
- Se ha podido comprobar que las diferencias entre el prototipo en la versión virtual y el sistema desplegado en servidores reales son mínimas y las configuraciones aquí propuestas sirven para ambas.
- La instalación en un entorno virtual requiere al menos 16 GB de RAM, al principio se intentó con 8GB y haciendo *swapping* en el disco duro, pensado que al ser un SSD se podría al menos arrancar. Pero todo el sistema en reposo consume 13 GB de RAM y al usarlo llegar a consumir los 16 GB completos.
El esfuerzo realizado para la instalación y puesta a punto de esta infraestructura se podría aprovechar para mejorar en el conocimiento de nuevas tecnologías avanzadas de virtualización.
- Concretamente, se proponen como trabajos futuros el uso de esta tecnología combinada con otras de VMware vCenter Server:
- *VMware vRealize Orchestrator*, tecnología que automatiza la gestión del vCenter. Con ella se podría por ejemplo programar el uso de vMotion para optimizar recursos.
- Automatizar las tareas de migración mediante reglas, por ejemplo que tengan en cuenta la carga de trabajo de los hipervisores, por ejemplo para balancear la carga o ahorrar energía mediante el apagado temporal de hipervisores en momentos de baja carga.
- Probar otras tecnologías más agresivas de alta disponibilidad, como la ejecución de máquinas virtuales en *lock-step*.

Bibliografía

- Debian. (s.f.). *Debian Jessie Minimum Hardware Requirements*. Obtenido de <https://www.debian.org/releases/jessie/amd64/ch03s04.html.en>
- Efraim Turban, J. K. (2007). *Electronic Commerce A Managerial Perspective*. Prentice Hall.
- FreeNAS. (s.f.). *FreeNAS Hardware Requirements*. Obtenido de Minimum Hardware Requirements: <http://www.freenas.org/hardware-requirements/>
- Mohan Porheri, G. B. (Mayo de 2015). *VMware vCenter Server™ 6.0 Availability Guide*. Obtenido de VMware White Paper, Technical Marketing Documentation: <http://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/VMware-vCenter-Server6-Availability-Guide.pdf>
- Montserrat Pérez Lobato, A. R. (1 de Junio de 2007). *Monográfico: Máquinas Virtuales*. Obtenido de Observatorio Tecnológico. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España.: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/en/software/software-general/462-monografico-maquinas-virtuales>
- Owncloud. (s.f.). *Owncloud System Requirements*. Obtenido de https://doc.owncloud.org/server/8.0/admin_manual/installation/system_requirements.html
- VMware Inc. (s.f.). *VMware vSphere 6.0 Documentation Center*. Obtenido de ESXi Hardware Requirements: <https://pubs.vmware.com/vsphere-60/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.install.doc%2FGUID-DEB8086A-306B-4239-BF76-E354679202FC.html>
- VMware vSphere 5.1 vMotion, Performance and Best Practices*. (s.f.). Obtenido de VMware vSphere 5.1 vMotion, Performance and Best Practices, White Paper: <https://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/VMware-vSphere51-vMotion-Perf.pdf>

Contenido del CD

Resumen y palabras clave