Alta Disponibilitat en Infraestructures TIC Virtualitzades

Domènec Martínez García
Grau en Enginyeria Informàtica

J. Ramon Esteban Grifoll

4 de Gener de 2017

Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	Alta Disponibilitat en Infraestructures TIC Virtualitzades *High Availability in virtualized IT infrastructures*
Nom de l'autor:	Domènec Martínez García dmartinezga@uoc.edu
Nom del consultor:	J. Ramon Esteban Grifoll
Data de lliurament (mm/aaaa):	01/2017
Àrea del Treball Final:	Administració de Xarxes i Sistemes Operatius
Titulació:	Grau d'Enginyeria Informàtica

Resum del Treball

La virtualització pot ajudar doncs a reduir l'empremta dels servidors físics, tant pel que fa a la reducció centres de dades com de consum d'energia i emissions, trencant el cercle viciós de l'ampliació de servidors físics respecte al numero de serveis que ofereixen, i el reduït ús de les capacitats que fan molt sovint.

Els objectius generals d'aquest projecte son trobar una solució per renovar una infraestructura informàtica obsoleta i molt nombrosa degut a la fusió de varies companyies i dotar al sistema resultant de disponibilitat i estalviar costos de manteniment, administració i consum elèctric.

Es compararan les millors alternatives, tant conservant una estructura tradicional com virtualitzant-la.

Es dissenyarà una arquitectura adaptada al pressupost disponible que proporcioni alta disponibilitat i redundància enfront possibles fallides, i es planificaran totes les fases del projecte d'implementació segons les fases de la metodologia PMBOK de PMI.

El capítol 2 es un estat de l'art, on es farà una introducció general a les tècniques de virtualització i alta disponibilitat sobre aquesta, i es descriuran les solucions disponibles al mercat.

Abstract

Virtualization can help us to reduce the footprint of physical servers, both in data center energy consumption and carbon emissions savings, and breaking the vicious cycle of the expansion of physical servers to increase the number of services that offering, and often the low use of the resources.

The general objectives of this project are to find a solution to renovate an outdated and large infrastructure, inherited to the merger of several companies and provide the resulting high availability infrastructure , reducing maintenance, administration and energy consumption expenses.

We compare the best alternatives, both maintaining a traditional structure virtualising it.

Finally, the design an solution adapted to the available budget to provide high availability and redundancy against possible failures, and planned all stages of project implementation phases according to the PMI's PMBOK methodology.

Chapter 2 provides a state of the art, which will be a general introduction to the techniques of virtualization and high availability, that describes the most important virtualization products available on the market.

Paraules clau (entre 4 i 8):

Virtualització
Hipervisor
Migració
SAN
Alta Disponibilitat
Cluster
vMotion
VMware

Agradecimientos

Este trabajo es la culminación de mi viaje a la Ingeniería, un viaje paso a paso parecido a la escalada de una montaña, acompañado de estímulos, dificultades, confianza y en ocasiones frustración.
Ya tan cerca de la cima, me doy cuenta que aunque solo mi nombre aparezca en la portada, hay personas que han contribuido a lograr esta tarea, que me han ayudado a levantarme cuando he caído, y en ocasiones aunque fuese una tarea que no les correspondía han cargado con mi mochila a sus espaldas.

A mi mujer, Mª José, la persona más especial del mundo, por su amor continuo e infalible, apoyo y comprensión durante las largas noches de estudio. Hasta en los momentos en los que pensé que era imposible continuar, tú me ayudaste a mantener las cosas en perspectiva y creíste en mí. Siempre has estado ahí.

A la pequeña Alma y a la recién llegada Índia, fuentes inagotables de vitalidad, alegría y amor, por la paciencia y la comprensión que me han regalado a pesar de robarles un tiempo que era suyo. Siempre estaré a vuestro lado para ayudaros cuando vuestra mochila sea muy pesada. Y recordad que un viaje de mil kilómetros comienza con un simple paso.

No puedo encontrar palabras para decir lo agradecido que os estoy a las tres. Me considero la persona más afortunada del mundo por tener una familia tan encantadora y cariñosa.

Y por último, reconocer a las otras dos personas que significan más para mí, mis padres Domingo y Mª Dolores, por demostrar siempre su fe en mí y haberme guiado, cuidado y educado con sacrificio, dándome la libertad de elegir lo que deseaba. Nunca seré capaz de devolverles todo el amor y el cariño que me han dado.

Índex

1. Introducció **8**
1.1 Context i justificació del Treball 8
1.2 Objectius del Treball 8
1.3 Enfocament i mètode seguit 9
1.4 Planificació del Treball 10
1.5 Breu sumari de productes obtinguts 11
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria 11

2. Estat de l'art: Introducció a la virtualització en alta disponibilitat **12**
2.1 Introducció a la virtualització 12
2.2 Historia de la virtualització 12
2.3 L'era de la computació distribuïda 14
2.4 Terminologia 15
2.5 Requisits per la virtualització 15
2.6 Tècniques de virtualització 16
2.6.1 Els anells de protecció als sistemes x86 16
2.6.2 Virtualització complerta 17
2.6.3 Para-virtualització 18
2.6.4 Virtualització assistida pel *hardware* 19
2.7 Tipus de hipervisors 21
2.7.1 Tipus 1 21
2.7.2 Tipus 2 21
2.8 Programari de virtualització 22
2.8.1 VMware ESXi 24
2.8.2 Microsoft Hyper-V 24
2.8.3 KVM / RHEV 24
2.8.4 Xen Project / Citrix XenServer 25
2.9 Virtualització amb Alta disponibilitat 25
2.9.1 Introducció a la Virtualització amb Alta disponibilitat 25
2.9.2 Clústers HA Virtualitzats 26
2.9.3 Requeriments per la HA 28
2.9.4 Arquitectura als entorns de producció 29

3. Nucli del projecte: Implementació d'un entorn virtualitzat en alta disponibilitat **31**
3.1 Introducció 31
3.1.1 Descripció de l'empresa 31
3.2 Fase inicial 31
3.2.1 Anàlisi de la problemàtica actual 31
3.2.2 Objectius del projecte 34
3.2.3 Organigrama 34
3.2.4 Alternatives presentades 35
3.2.5 Alternativa escollida 44
3.2.6 Normativa i legislació 48
3.3 Fase de planificació 49
3.3.1 Calendari 49
3.3.2 Inventari i auditoria prèvia a la migració 51
3.3.3 Pla de migració 52
3.4 Fase d'execució 52
3.4.1 Adquisició del material 52
3.4.2 Tasques 54

3.5 Fase de seguiment i control del projecte 65
3.5.1 Avaluació de riscos 65
3.5.2 Control segons planificació 68
3.6 Fase de tancament 69
3.6.1 Entrega 69
3.6.2 Manteniment/Gestió de les VM's 69

4. Valoració econòmica 70
4.1 Estimació de cost material 70
4.2 Estimació de cost personal 70
4.3 Resum i anàlisi cost-benefici 71

5. Conclusions 72

6. Glossari 73

7. Bibliografia 75

Llista de figures

FIGURA 1. DIAGRAMA DE GANTT PLANIFICACIÓ TFG 10
FIGURA 2. ANELLS DE PRIVILEGI 16
FIGURA 3. VIRTUALITZACIÓ COMPLERTA 18
FIGURA 4. PARA-VIRTUALITZACIÓ 19
FIGURA 5. ARQUITECTURA VT-X 19
FIGURA 6. HIPERVISOR *BARE METAL* 21
FIGURA 7. HIPERVISOR *HOSTED* 22
FIGURA 8. EVOLUCIÓ D'INFORMES GARTNER 2011-2016 23
FIGURA 9. VINCULACIÓ VM-HIPERVISORS 26
FIGURA 10. PROCÉS DE *LIVE MIGRATION* 27
FIGURA 11. FUNCIONAMENT DE L'ALTA DISPONIBILITAT 28
FIGURA 12. TOPOLOGIA TIPUS A UN ENTORN DE PRODUCCIÓ 29
FIGURA 13. DIAGRAMA DE L'ESTRUCTURA ACTUAL DELS SERVIDORS 33
FIGURA 14. ORGANIGRAMA DE L'ÀREA D'INFORMÀTICA D'ATLANTICASSEGURANCES 34
FIGURA 15. PREVISIÓ DE CREIXEMENT DE DADES 38
FIGURA 16. ANÀLISI EVOLUTIU ANUAL DE L'ESTALVI ENERGÈTIC PER ALTERNATIVES 42
FIGURA 17. TOPOLOGIA DE LA PROPOSTA 47
FIGURA 18. DIAGRAMA DE GANNT PLANIFICACIÓ PROJECTE. 49
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓ DEL MAQUINARI A L'ARMARI *RACK* 55
FIGURA 20. ESQUEMA DE CONFIGURACIÓ DE XARXA 57
FIGURA 21. MATRIU DELS RISCOS DEL PROJECTE 66

Llista de taules

TAULA 1. FITES DE LA VIRTUALITZACIÓ 13
TAULA 2. INVENTARI DELS SERVIDORS ACTIUS 32
TAULA 3. REESTRUCTURACIÓ PROPOSTA A ALTERNATIVA 1 35
TAULA 4. COST MAQUINARI ALTERNATIVA 1 35
TAULA 5. COST MAQUINARI ALTERNATIVA 2 39
TAULA 6. PROS / CONTRES DELS ESCENARIS 41
TAULA 7. CÀLCUL D'ESTALVI ENERGÈTIC PER ALTERNATIVES 42
TAULA 8. COMPARATIVA D'ESTALVI ENERGÈTIC 43
TAULA 9. COMPARATIVA DE COSTOS D'ALTERNATIVES RESPECTE SITUACIÓ INICIAL 43
TAULA 10. TASQUES DEL PROJECTE 50
TAULA 11. INVENTARI DELS SERVIDORS I RECURSOS 51
TAULA 12. MATERIAL ADQUIRIT 53
TAULA 13. RISCOS DEL PROJECTE 65
TAULA 14. PLANS DE RESPOSTA I CONTINGÈNCIA 67
TAULA 15. ESTIMACIÓ DE COST MATERIAL 70
TAULA 16. ESTIMACIÓ DE COST PERSONAL 71
TAULA 17. ESTIMACIÓ DE COST TOTAL DEL PROJECTE 71

1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

Els darrers anys, les tecnologies de virtualització han suposat un gran avanç al mon de les infraestructures TI. Han permès reduir els costos en servidors, consum elèctric i manteniment, alhora que han simplificat l'administració, les copies de seguretat i recuperació enfront desastres, ha facilitat una rapida i flexible escalabilitat dels sistemes per adaptar-se als requeriments del negoci.
Actualment, segons el quadrant màgic per les infraestructures de virtualització per servidors x86 de Gartner[1], el vuitanta per cent de la carrega de treball dels servidors s'executa sobre entorns virtualitzats gracies al gran numero d'avantatges que aporta la virtualització.
Pels aquests motius, s'ha generat una demanda de professionals capaços de planificar, dissenyar, implementar i mantenir aquest tipus d'infraestructures.

Tal com es detalla més endavant, l'eix vertebral d'aquest treball versa sobre l'idoneïtat d'aquesta tecnologia a una PIME fictícia, que es troba amb una quantitat -i costos de manteniment- molt elevada d'infraestructura degut a la recent fusió entre varies companyies.

1.2 Objectius del Treball

Aquest TFG vol detallar els beneficis que poden aportar a una companyia tipus, descrita a l'apartat 3.1.1, i com s'ha de planejar un entorn d'aquest tipus per tal que sigui rentable i eficient, i si s'escau, els requeriments per dissenyar-lo i migrar els servidors físics existents.

Els reptes proposats a solucionar com a responsable de sistemes de la companyia, son els següents:

Objectius de negoci

- Millora de la disponibilitat dels serveis oferts a l'organització fins a un 99.9%.
- Augment de la productivitat, tant dels empleats que han de gaudir d'unes eines més rapides i sempre disponibles com la dels tècnics de sistemes que podran emprar part del temps que inverteixen a resoldre incidències a nous projectes i millores.
- Execució del projecte amb recursos interns sempre que sigui possible.
- Contenció de les despeses del projecte, emprant el mimin pressupost possible pel projecte complint amb els requeriments anteriors.

[1] Magic Quadrant for x86 Server Virtualization Infrastructure 2016

- Reducció de costos tant de manteniment del maquinari consum elèctric al CPD com d'explotació.
- Millora del pla de continuïtat de negoci.
- Us d'eines punteres i de fabricants consolidats, que garanteixin suport i manteniment a llarg termini.

Objectius tècnics

- Renovació de l'infraestructura tecnològica amb uns equips que gaudeixin de garantia. Integrar en aquesta infraestructura els sistemes obsolets però que per requisits legals no es pot retirar. Els recursos de la nova infraestructura han d'estar optimitzats al seu us actual, i ser compatible amb els sistemes operatius presents al mercat.
- La solució implantada ha de ser escalable, en previsió al creixement de la companyia, segura, i permetre una migració rapida dels entorns físics cap als virtuals. En una primera fase es cerca solucionar el problema d'infraestructura obsoleta, i la renovació dels sistemes operatius es tractarà com un projecte de millora al futur.
- Implementar un sistema que millori els temps de disponibilitat en cas de caiguda no controlada del sistema o manteniments programats.
- Simplificar les tasques d'administració dels sistemes.

1.3 Enfocament i mètode seguit

La metodologia seguida per l'elaboració d'aquest TFG està basada en la que proporciona la guia del PMBOK[2] (*Project Management Body of Knowledge*), desenvolupada pel *Project Management Institute*[3]. Els processos son els següents:

- **Fase Inicial** o d'avaluació, que te com objectiu analitzar i identificar els aspectes rellevants tant a nivell de econòmic, com organitzatius, tècnics o d'altres que puguin afectar a l'implementació. S'avaluaran les diferents alternatives per solucionar la problemàtica actual, no només de forma purament tècnica sinó també tenint en compte els processos crítics de negoci, millorar el pla de recuperació de desastres i identificar noves oportunitats de millora i ampliació de l'actual infraestructura. Es durà a terme un inventari dels serveis i els recursos que consumeixen, i com a resultat d'aquesta fase es seleccionarà una de les alternatives avaluades.
- **Fase de Planificació,** on es revisarà de forma acurada els resultats de l'avaluació prèvia per tal de comprendre les implicacions al projecte, i dissenyar una solució flexible i adaptada a necessitats futures. Aquest pla ha de cobrir tant els objectius de l'organització com els tècnics, i com

[2] http://www.pmi.org/pmbok-guide-standards
[3] https://www.pmi.org/

resultat ha d'oferir tant diagrames de configuració, inventari de servidors i màquines virtuals, i un pla de projecte que alinea els recursos, pressupost i previsions temporals.

- **Fase d'execució**, que convertirà les accions de les fases anteriors en una infraestructura operativa, es configuraran els nodes,l'infraestructurad'emmagatzematge per aprovisionar els sistemes de fitxers i es migraran els servidors físics a virtuals. També es verificarà que l'infraestructura resultat compleixi els requeriments de qualitat establerts.
- **Fase de tancamen**t, on es formarà al personal responsable de gestionar la nova infraestructura i es definiran els procediments de monitorizacio, administració de pegats, controls de canvis i administració, que formaran una guia operativa. Per últim, es desmantellarà l'infraestructura obsoleta i s'alliberaran els recursos.
- **Fase de seguiment i control,** constant durant tota la vida del projecte, té com objectiu evitar desviacions al calendari i costos dels projecte.

1.4 Planificació del Treball

Amb una dedicació prevista de 3 hores diàries, de dilluns a dijous, s'estimen unes 264 hores de treball, la planificació inicial de les tasques del projecte serà la següent:

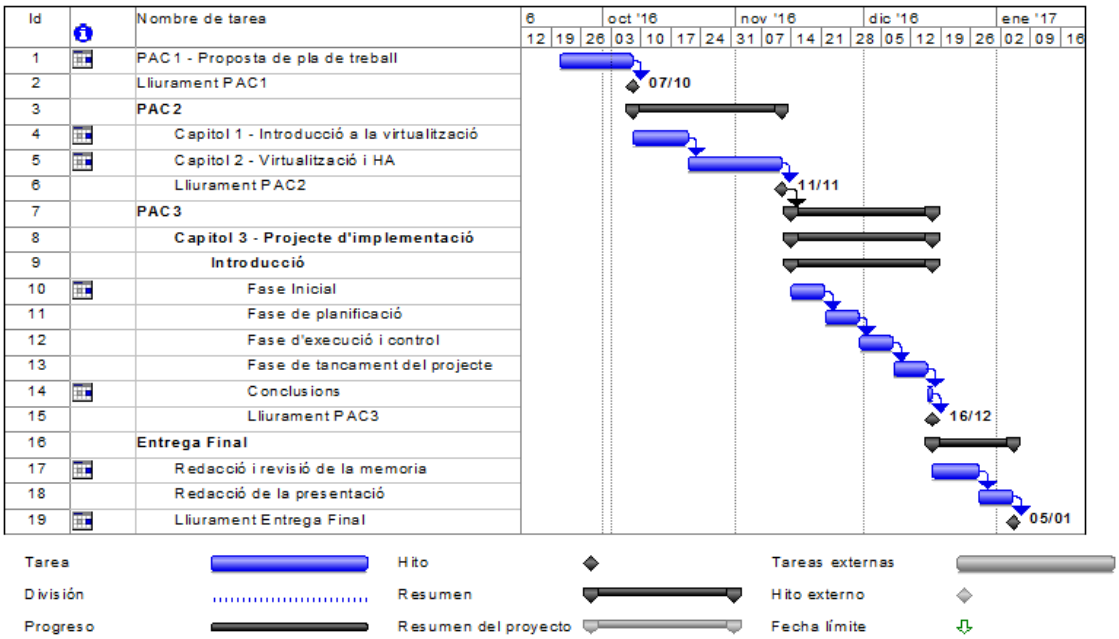

Figura 1. Diagrama de Gantt planificació TFG

1.5 Breu sumari de productes obtinguts

El principal producte d'aquest TFG és el capítol 3, que descriu l'anàlisi i implementació d'un entorn virtualitzat com a solució dels problemes d'infraestructura d'una companyia fictícia.

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Addicionalment, i amb l'objectiu de fonamentar les decisions preses al nucli pràctic del projecte, el capítol 2 presenta una introducció a la virtualització, les tècniques que empra, els principals productes disponibles i com gestiona aquesta l'alta disponibilitat.

2. Estat de l'art: Introducció a la virtualització en alta disponibilitat

2.1 Introducció a la virtualització

Virtual. L'accepció del mot d'origen llatí *virtus* (força o virtut) més comuna fa referència a a allò que pot produir un efecte a pesar de no estar present, sense tenir presencia real o física.
La novel·la "*Neuromancer*" de Willian Gibson, escrita al 1984 es va convertir en un èxit, i des de llavors l'us del mot s'ha incrementat substancialment. Les botigues en línia son "botiges virtuals", les xarxes lògiques son "*VLAN*'s" - o xarxes virtuals, i el fet de particionar un servidor físic amb el programari adequat en servidors independents es diu virtualització. Aquest treball versa sobre aquesta últim context, el relatiu a la virtualització dels servidors.

2.2 Historia de la virtualització

El pioner a emprar a nivell comercial, fora d'un entorn de recerca, el concepte "maquina virtual", va ser IBM a l'any 72. En un ambient on els *mainframes System/370* tenien un cost molt elevat, de aproximadament mig milió de dòlars de l'època, el permetre executar múltiples entorns dintre d'un sol sistema físic proporcionava un gran avantatge competitiu.

Aquesta reducció de costos a nivell de maquinari ha sigut el principal motor d'aquesta tecnologia fins a finals dels anys 90, quan s'ha expandit amb molta intensitat ja que a pesar de que els recursos eren més assequibles aportava noves eines per gestionar-los de forma més senzilla.

Aquestes serien les fites més importants de l'evolució de la virtualització:

Any	Fita	
1966	IBM empra per primer cop el terme *hypervisor*[4]	Un hipervisor es un programari que crea i executa maquines virtuals. Etimològicament la paraula deriva de “hiper-” (damunt) i “-supervisor”
1967	CP-40 de IBM[5]	IBM desenvolupa el primer sistema operatiu que empra virtualització. El CP-40 pot iniciar fins 14 màquines simultàniament.
1972	VM/370 de IBM[6]	IBM publica el primer sistema operatiu capaç d’emular maquines virtuals als seus *mainframes*.
Anys 80	Sistemes x86	Intel popularitza els sistemes x86, tant a la seva basant d’escriptori com servidors,i les plataformes comencen a estandarditzar-se.
1985	Merge de Locus [7]	Locus Computer Corporation llança un producte capaç d’executar maquines virtualitzades amb MS-DOS sobre sistemes SCO Unix.
Anys 90	Augmenta la demanda dels recursos	L’esclat d'Internet, augment d’aplicacions corporatives, bases de dades, etc. provoquen un creixement exponencial dels recursos de maquinari a les empreses.
1997	Connectix Virtual PC[8]	Microsoft va adquirir al 2003 aquesta companyia, que havia desenvolupat un producte capaç d’emular un ordinador amb qualsevol SO sobre plataformes MAC.
1999	VMWare Workstation[9]	És un pas més, en comptes d’emular una plataforma x86, la virtualitza, es a dir, les instruccions s’executen directament sobre el *hardware* físic.
2003	Xen[10]	Desenvolupat per l’universitat de Cambridge com a projecte de codi obert, i emprat per empreses com Amazon, va ser adquirida per Citrix cinc anys desprès.
2007	VirtualBox[11]	En origen de l’alemanya Innotek, més tard seria adquirit per Sun, i després Oracle.
2007	KVM[12]	Es llença la solució per Linux, sota llicencia GPL.
2008	Microsoft Hyper-V[13]	Microsoft s’afegeix a la batalla de productes de virtualització amb Hyper-V, distribuït amb el SO Windows 2008 Server.
2016	Gartner	Prop del 80% dels servidors x86 estan virtualitzats.

Taula 1. Fites de la virtualització

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor
[5] http://www.vm.ibm.com/vm40hist.pdf
[6] http://www.vm.ibm.com/history/
[7] https://books.google.es/books?id=ii8EAAAAMBAJ&pg=PA1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Virtual_PC#Virtual_PC_by_Connectix
[9] https://communities.vmware.com/docs/DOC-18302
[10] https://www.citrix.com/products/xenserver/
[11] https://www.virtualbox.org/
[12] http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page
[13] https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh831531(v=ws.11).aspx

2.3 L'era de la computació distribuïda

Entenem un sistema distribuït com una col·lecció de computadores separades físicament i connectades entre si per una xarxa, tractant-se de sistemes independents però capaços d'executar tasques en grup de forma concurrent, tolerant falles com la caiguda d'algun dels sistemes i escalables en cas de necessitat.

La virtualització tal com comentàvem es va tractar d'una tecnologia molt popular durant els anys 70 degut a l'alt cost dels *mainframes*, però amb els anys 80 va arribar l'abaratiment dels sistemes x86 i l'esclat de sistemes operatius mono usuari com la família Microsoft Windows o IBM OS/2.
Donat que les aplicacions demanaven cada cop més recursos del sistema i això podia afectar a altres aplicacions, es va estendre la política o codi de bones practiques de que cada aplicació havia d'executar-se aïllada en un servidor, fet que va paralitzar l'expansió de la virtualització i va promoure la computació distribuïda.

L'explosió d'aquestes polítiques, d'un servidor per aplicació van ser els següents va comportar els següents problemes[14]:

- Augment del numero de servidors. Molts cops sobre dimensionats per les tasques que duien a terme, i per tant, infrautiltizats.
- Ús inadequat dels recursos. L'augment exponencial de la potencia dels sistemes fa que gran quantitat dels recursos dels servidor es desaprofitin.
- Augment de costos. A major numero de servidors físics, més costos d'adquisició d'aquest, de consum energètic, de manteniment, etc.
- Problemes d'ampliació de l'infraestructura. Des de les problemàtiques derivades de la certificació de nou *hardware* fins als cicles d'aprovació de noves adquisicions poden endarrerir l'ampliació o implementació de nous serveis. D'altra banda, els projectes de migració a nous servidors físics implicaven una gran tasca de planificació i proves a les noves plataformes físiques.
- Problemes a la recuperació de desastres. Les tasques relatives a les copies de seguretat i la seva restauració eren directament proporcionals a la magnitud de l'infraestructura, i mantenir servidors secundaris de suport per prevenir possibles contingències no feia sinó que augmentar la capacitat del maquinari desaprofitat.
- Problemes amb sistemes antics. També és molt usual dependre d'aplicacions obsoletes que requerien maquinari antic molt específic, el

[14] COULORIS, G., DOLLIMORE, J. and KINDBERG, T., 2001. *Distributed systems: concepts and design*. Harlow: Addison-Wesley.

que complicava el seu manteniment, i fent impossible abordar projectes d'implantació d'alta disponibilitat sobre aquestes plataformes obsoletes.

2.4 Terminologia

Amb l'objectiu de proporcionar una visió mes nítida dels termes emprats a aquest TFG, al capítol 5 es detallen una llista de termes comuns referents a la tecnologia de virtualització i les seves corresponents definicions.

2.5 Requisits per la virtualització

Les condicions per que un sistema doni un suport eficient a la virtualització van ser definides per Gerald J. Popek i Robert P. Goldberg l'any 1974 i continuen vigents.
Al seu article *Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures*[15] van definir l'hipervisor o VMM com el programari capaç de proveir l'abstracció d'una maquina virtual, i que les tres propietats que ha de complir per ser eficient son:

Equivalència / Fidelitat: Estableix que un programa que s'executa sota l'hipervisor ho ha de fer de forma idèntica a com ho faria sobre una maquina física directament.
Control de recursos / Seguretat / Aïllament: L'hipervisor ha de controlar completament els recursos virtualitzats que ofereix a les màquines virtuals. Els objectius són que una maquina virtual no pugui accedir als recursos no reservats explícitament per ella i que l'hipervisor pugui prendre el control de tots els recursos en un moment donat.
Eficiència / Rendiment: La major part de les instruccions de la maquina s'haurien d'executar sense intervenció de l'hipervisor. Al evitar en la mesura del possible emuladors o intèrprets augmenta el rendiment.
Amb l'índex de consolidació es pretén mesurar la quantitat de maquines virtuals que poden executar-se amb condicions normals a un servidor físic. Un hipervisor amb bon rendiment tindrà un índex més elevat (n:1 serien n VM's dintre d'un servidor físic)

[15] Popek, G. J.; Goldberg, R. P. (July 1974). "Formal requirements for virtualizable third generation architectures".*Communications of the ACM*. **17** (7): 412–421.doi:10.1145/361011.361073.

2.6 Tècniques de virtualització

2.6.1 Els anells de protecció als sistemes x86

Implementats al disseny de les CPU, es tracta d'un mecanisme per protegir les dades, proporcionar tolerància a falles i lluitar contra aplicacions malicioses. En el cas dels sistemes x86 existeixen quatre capes o anells (anells 0-3).[16]

- El codi que s'executi a l'anell 0 o capa del supervisor té control total sobre el *hardware*. Per disseny està limitat a aquesta capa tan sols un sistema operatiu.
- El segon o tercer nivells de protecció son els anells 1 i 2. Aquestes capes tenen un accés més restringit als recursos de *hardware*, i encara que no s'empren típicament, poden proporcionar espais de direccions pels controladors de dispositius que s'executen en ells.
- L'anell 3, el quart nivell de privilegi , és el més restrictiu de tots. Aquí es on s'executen les aplicacions d'usuari i totes aquelles que el SO no consideri part del *kernel* o els controladors.

Els quatre anells de protecció d'execució de codi a l'arquitectura x86 es mostren a la Figura 2.

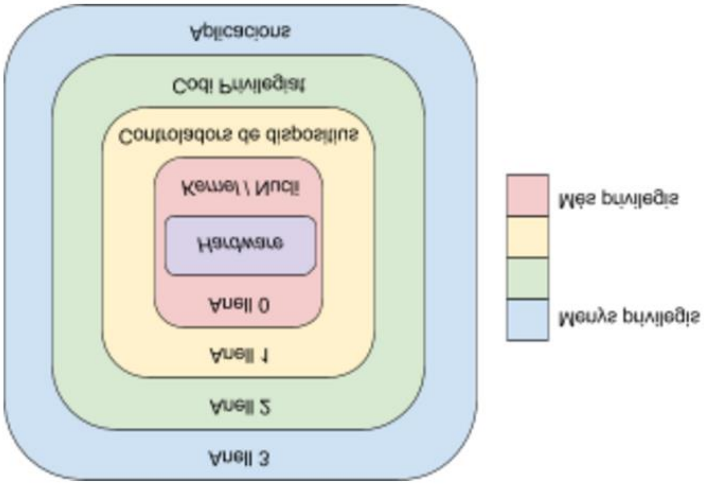

Figura 2. Anells de privilegi

Veiem doncs que l'hipervisor ha d'executar-se als nivells més baixos per gaudir de més privilegis i controlar completament el maquinari. Si l'hipervisor s'executa al nivell 0, no es permetrà executar-se en aquesta capa a altres SO Convidats de les maquines virtuals, d'una banda perquè l'arquitectura x86 no ho permet, a més

[16] MITCHELL, C., 2005. *Trusted computing*. London: Institution of Electrical Engineers.

del perill de corrompre dades o accedir a recursos d'altres màquines virtuals que suposaria.

Una de les tasques que haurà de fer l'hipervisor es la de "desprivilegiar" els anells. Tenint en compte que els SO Convidats que s'executen a les maquines virtuals estan dissenyats per executar-se a l'anell 0, l'hipervisor ha de gestionar la seva execució de forma transparent a un nivell superior. Per fer-ho, l'hipervisor ha de monitoritzar constantment les activitats dels SO Convidat, capturar els intents d'accés a la CPU o altres crides directes al sistema i executar aquestes crides emulant el resultat per retornar-li al SO Convidat. Si en algun cas l'hipervisor retornés les crides a la CPU física en comptes de la CPU simulada que emula es podrien generar conflictes i causar errors d'execució, així que la gestió del "desprivilegi" dels anells es vital pel bon funcionament de la virtualització.
La principal diferencia entre els tipus de hipervisors vindrà donada per la tècnica de virtualització emprada per superar el repte que suposa gestionar aquest "desprivilegi" dels anells.

2.6.2 Virtualització complerta

Amb la virtualització complerta, es separen les instruccions generades a les maquines virtuals en dos tipus[17]:

- Instruccions critiques, que intenten fer crides destinades a controlar el *hardware* o que poden suposar riscos de seguretat al sistema. L'hipervisor les intercepta i les emula per *software*.
- Instruccions no critiques, a les que l'hipervisor permetrà la seva execució directa al *hardware*, sense gestionar-les.

Limitar l'emulació a les crides critiques evitar carregar innecessariament el sistema en el procés d'emulació alhora que garanteix la seguretat.
Com es descriu a la figura 3, la virtualització complerta instal·la el seu hipervisor o VMM a l'anell 0 i el sistema operatiu de la màquina virtual a l'anell 1. A l'emulació que fa a l'interceptar les crides que poden ser sensibles se l'anomena traducció binaria.

[17] HWANG, K., FOX, G.C. and DONGARRA, J.J., 2012. *Distributed and cloud computing: from parallel processing to the Internet of things*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.

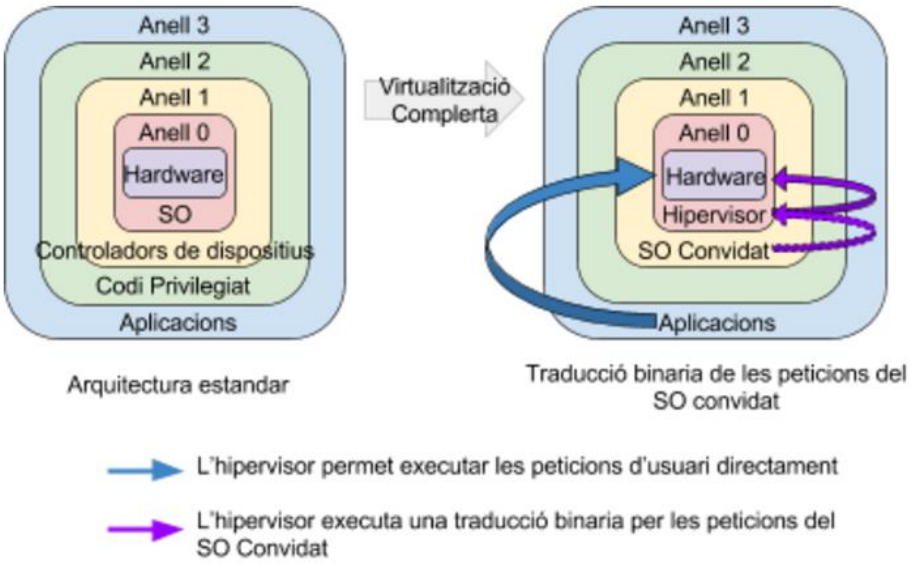

Figura 3. Virtualització Complerta

Donat el cost que implica aquest procés de traducció, el rendiment no es l'ideal i suposa entre un 3 i un 20% addicional sobre el mateix procés executat a una màquina física directament. Els hipervisors actuals incorporen caus o *caches* de codi per augmentar el rendiment de l'emulació, però a costa d'incrementar la memòria emprada.

2.6.3 Para-virtualització

La para-virtualització requereix modificar el sistema operatiu de la maquina virtualitzada. Com es descriu a la figura 4, s'incorporen API's que comuniquen el SO Convidat amb l'hipervisor, de tal forma que aquest quedi alliberat de les tasques d'emulació de les crides,

Aquest SO Convidat amb el nucli modificat inclou una capa de virtualització, controlada per l'hipervisor que té la funció de reemplaçar les crides no virtualitzables al sistema amb "hipercrides" que comuniquen directament amb l'hipervisor.

Al residir en el mateix *kernel* l'hipervisor i el SO Convidat es redueix molt la carrega, però pateix altres problemes:

- La compatibilitat i la portabilitat estan restringides a que existeixi una versió compilada del SO Convidat amb les modificacions adients al seu nucli que permetin l'integració.
- El cost de manteniment dels SO para-virtualitzats, que requereix de grans modificacions. Es possible modificar SO de codi obert com Linux, però no ho es amb SO tancats com Windows, per això la para-virtualització no suporta tots els sistemes operatius.
- La gestió del rendiment de les maquines virtuals es més dolenta, al residir al mateix nivell que l'hipervisor aquest té menys control sobre elles.

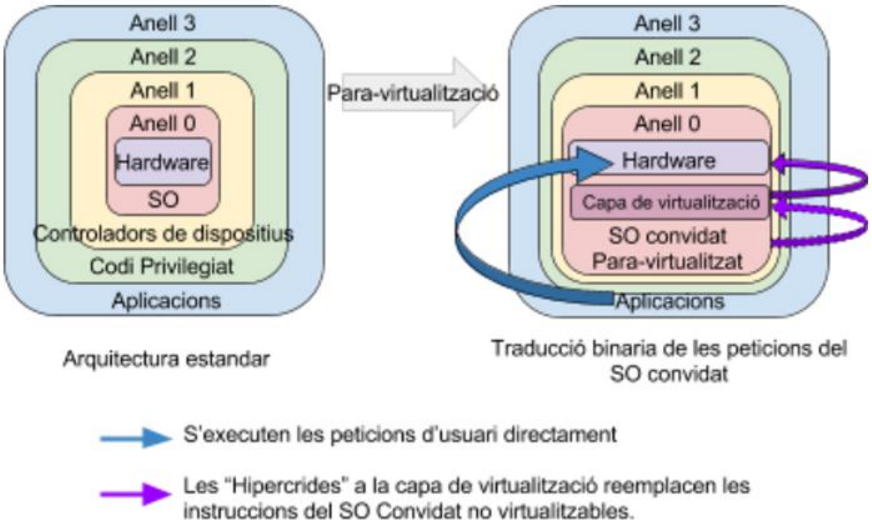

Figura 4. Para-virtualització

2.6.4 Virtualització assistida pel *hardware*

L'elevada demanda de solucions de virtualització va forçar als principals fabricants de CPU's, com Intel i AMD a incloure funcions per donar suport a la virtualització als seus processadors.

Aquestes funcions (anomenades *Intel Virtualizacion Technology* o VT-x i AMD-V) implementen un o dos nous modes d'execució a la CPU, tal com es veu a la figura 5, que s'executen un nivell per sota de l'anell 0, i on resideix l'hipervisor. Aquesta posició li permet agafar un control total del sistema, a mes d'eliminar la necessitat de la traducció binaria i la para-virtualització.

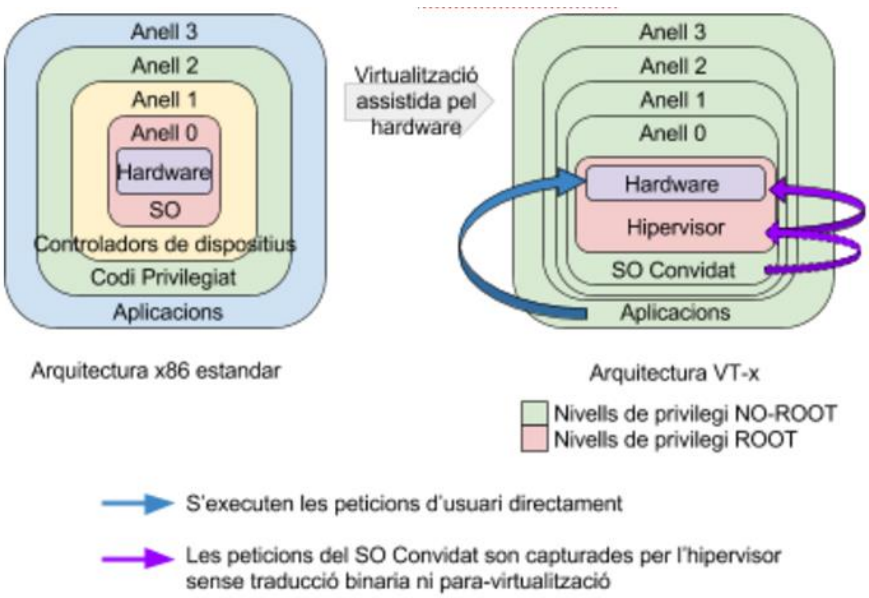

Figura 5. Arquitectura VT-x

El problema al gestionar les crides amb privilegis queda doncs resolt amb la creació de la nova capa que permet la gestió del *hardware* físic en exclusiva per l'hipervisor. D'altra banda, a diferencia de la para-virtualització funciona de forma transparent als SO Convidats i no requereix cap modificació d'aquests.
El principal inconvenient d'aquesta solució es que implica l'adquisició de nou maquinari si l'actual no disposa d'aquesta arquitectura.

Bàsicament, les extensions de virtualització per *hardware* son[18]:

- *I/O Memory management unit* (IOMMU) o E/S unitat de gestió de memòria. El seu objectiu es permetre que les VM tinguin un control directe sobre dispositius com targes gràfiques, de xarxa, controladors de disc, etc. Traduint adreces de memòria a nivell de maquinari es pot segmentar aquesta de tal forma que garanteixi la seguretat entre VM's, i evitar l'accés concurrent a un mateix dispositiu per dos VM's. Les denominacions comercials son Intel VT-d i AMD-Vi
- *Single Root I/O Virtualization (SR-IOV).* Relatiu a un adaptador de xarxa que implementa funcions per compartir adaptadors de xarxa *PCI Express* entre les VM's de forma nativa i transparent per aquestes, incrementant el rendiment de les operacions de xarxa.

[18] Intel® Virtualization Technology (Intel® VT). *Intel* [en línia], 10/11/2016

2.7 Tipus de hipervisors

2.7.1 Tipus 1

També conegut com *bare metal*, hipervisor incrustat o natius, funciona directament sobre el maquinari del servidor físic i pot supervisar els sistemes operatius que s'executen per sobre de l'hipervisor.
Al ser completament independent del sistema operatiu, i tenir les funcions d'aquest el control sobre els recursos físics es total, i es reflecteix en un elevat rendiment. Aquest control de l'hipervisor sobre el maquinari implica que possibles problemes en un dels sistemes operatius convidats que executa no afectin a altres maquines virtuals. Es detalla un esquema de l'arquitectura a la figura 6.
Exemples d'hipervisors d'aquest tipus són VMware ESXi, Microsoft Hyper-V , Citrix XenServer i KVM

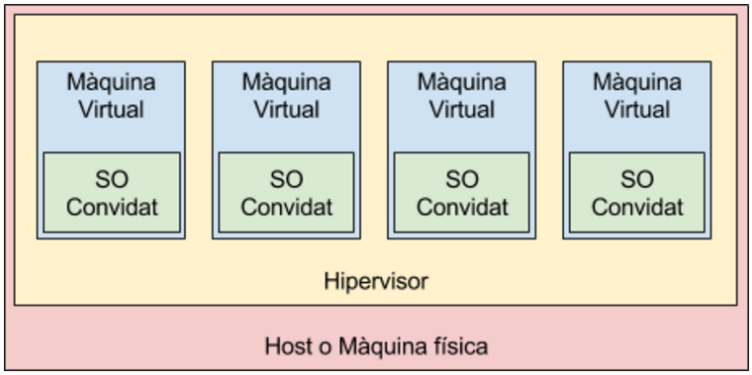

Figura 6. Hipervisor *bare metal*

Els hipervisors de tipus 1 acostumen a prescindir de molts components que incorpora un SO tradicional, el que redueix i simplifica el seu codi, fent-lo més ràpid alhora que fiable.
Com a contra, molts dels components que no incorpora son controladors de dispositius, i s'ha de verificar amb les llistes de compatibilitat del fabricant si el maquinari on volem fer l'instal·lació és compatible amb l'hipervisor
Els índexs de consolidació en aquest tipus d'hipervisor son més elevats en comparació amb el tipus 2, es a dir, son capaços de gestionar un numero més elevat de maquines virtuals amb les mateixes condicions de host..

2.7.2 Tipus 2

També conegut com *hosted* o hostatjat, en aquest cas el hipervisor esta instal·lat sobre un sistema operatiu i dona suport a altres sistemes operatius per sobre seu. Es completament depenent del SO *Host* o amfitrió, doncs es aquest el que controla els recursos, i falles al SO *Host* poden afectar a les maquines virtuals. Es detalla un esquema de l'arquitectura a la figura 7.

Exemple d'hipervisors d'aquest tipus són VMware Workstation, Microsoft Virtual PC o Oracle Virtual Box.

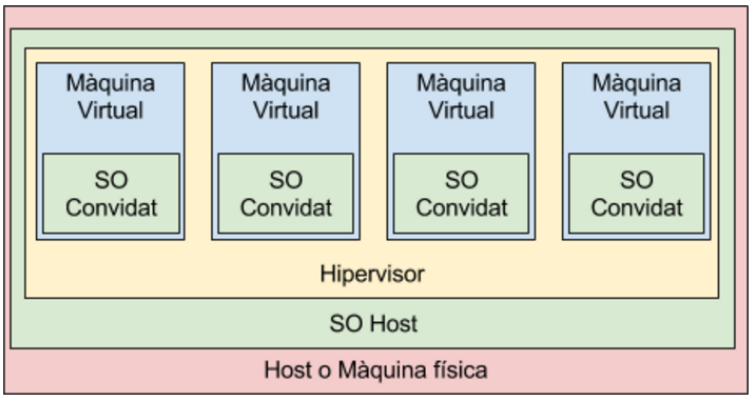

Figura 7. Hipervisor *hosted*

Com veiem, entre l'hipervisor i el maquinari hi ha una capa addicional, el SO del host que executa l'hipervisor. Aquest pot ser Windows, Linux, MacOS o qualsevol altre, però en tots els casos implica que les peticions d'accés al *hardware* que facin les màquines han de passar per un cicle addicional perquè el SO Host les resolgui, 1 un altre cicle perquè torni el resultat. Això implica un alentiment de qualsevol transacció, i possibles fallides a aquest SO Host afectaran al rendiment de les maquines virtuals. És un entorn adequat per proves o desenvolupament, però no aconsellable pels entorns de producció, donat el seu baix índex de consolidació.

2.8 Programari de virtualització

Al seu informe anual "*Magic Quadrant for x86 Server Virtualization Infraestructure*" , Gartner fa una avaluació independent de les solucions disponibles al mercat i les qualifica emprant una metodologia pròpia[19] que pretén determinar amb claredat si els fabricants estan executant les seves visions declarades, i com es comporten al mercat. En aquest quadrant un líder executa bé la seva visió actualment i un visionari entén cap on es dirigeix el mercat, encara que no ho acabi d'executar bé. La millor posició en aquest quadrants per una solució generalista es la més propera al vèrtex superior dret.

[19] http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/research_mq.jsp

Analitzem l'evolució d'aquest anàlisi des de l'any 2011 fins al 2016:

Figura 8. Evolució d'informes Gartner 2011-2016

La visió que transmet Gartner es que VMWare i Microsoft lideren en solitari el mercat, mantenen aquesta tendència des de fa anys i la seva posició te bisos de mantenir-se.

L'evolució de Red Hat amb KVM es lenta però constant, i Citrix i Oracle tendeixen a baixar en el rànquing per especialitzar-se massa, sempre segons l'opinió de Gartner. Hi han altres jugadors de nínxol com Pararell/Odin o Virtuozzo i hem de destacar l'aparició de dos nous jugadors xinesos al mercat: Sangfor i Huawei.

Comparar hipervisors segons les especificacions que proporcionen els fabricants es complicat, haurem d'analitzar en profunditat les necessitats de cada infraestructura per optar a una solució o altre. Els principals hipervisors per plataforma x86 del mercat son:

2.8.1 VMware ESXi

La seva versió actual es la 6.5, ESXi es l'hipervisor[20], o *vmkernel* segons el fabricant, que serveix com a base a la resta de productes de VMware. És un sistema operatiu autònom que proporciona l'entorn de gestió, administració i execució al programari hipervisor i els serveis que permeten l'interacció amb els mòduls de gestió/administració i les màquines virtuals. A diferencia de altres hipervisors, les funcionalitats de virtualització estan encastades al nucli del sistema, basat en Linux. Per entorns en alta disponibilitat, es necessària una tercera maquina, ja sigui física o virtual, per la consola d'administració centralitzada vCenter. Inclou funcionalitats de *live migration.*
De llicencia propietària i de tipus 1, suporta tant processadors x86 com x64, i pot hostatjar maquines virtuals amb gairebé la totalitat de versions de Windows, Linux, Solaris, FreeBSD, OS/2 i d'altres. Pot gestionar fins 320 CPU's lògiques i 4TB de memòria, 512 màquines virtuals per node.

2.8.2 Microsoft Hyper-V

Servidor natiu, la versió actual d'aquest hipervisor és la 2012. Aïlla les VM's en particions que no tenen accés directe al maquinari ni a altre VM's. Disposa de dos tipus de llicencia, la *Server Core* és gratuïta, encara que cal una llicencia de Windows Server per la Consola d'administració, i les de pagament *Standard* i *Datacenter*, amb funcionalitats incloses a Windows Server.
Des de la serva versió 2008 té funcionalitats d'alta disponibilitat i *live migration* de les màquines.
Al integrar les funcionalitats al nucli del sistema i aprofitar els jocs d'instruccions Intel VT-x i AMD-V per processador x64 es de Tipus 1, dona suport a VM de versions recents de Windows i Linux, Al igual que VMware, es capaç de gestionar 320 nuclis i 4TB de memòria, i augmenta el numero de VM's per node a 1024 màquines.

2.8.3 KVM / RHEV

Tant la seva versió *open source* KVM[21] com a la comercial *Red Hat Enterprise Virtualization*, encara que al executar-se sobre Linux es tractaria de paravirtualització, existeix el debat[22] sobre si és de tipus 1 o tipus 2 al estar la funcionalitat inclosa al nucli del SO.
Els SO convidats als que dona suport[23] son tant versions modernes de Windows com distribucions Linux i BSD.
Encara que la versió *open source* disposa de *live migration*, la versió comercial a més del suport tècnic ofereix millores a la gestió de l'alta disponibilitat, informes

---

[20] https://es.wikipedia.org/wiki/VMware_ESX
[21] https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel-based_Virtual_Machine
[22] http://searchservervirtualization.techtarget.com/news/2240034817/KVM-reignites-Type-1-vs-Type-2-hypervisor-debate
[23] http://www.linux-kvm.org/page/Guest_Support_Status

d'ús, gestió d'esdeveniments, etc. Suporta fins a 160 nuclis i 2TB de RAM a cada node físic.

2.8.4 Xen Project / Citrix XenServer

Aquest projecte gratuït i de codi obert, va ser desenvolupat inicialment per l'Universitat de Cambridge i adquirit al 2007 per Citrix, que ofereix la versió comercial anomenada XenServer. Les versions actuals son Xen 4.7 i Citrix XenServer 7. Les dues versions suporten HA i *live migration* i poden gestionar[24] fins 4095 nuclis de CPU i 16TB de RAM per node a més d'aprofitar els jocs d'instruccions Intel VT-x i AMD-V, encara que XenServer amplia les funcionalitats d'administració d'alta disponibilitat, emmagatzematge, clonació i migració de VM's, etc.
El nucli de Xen també serveix com a base de Huawei FusionSphere, Oracle VM, Thinsy i Oracle Virtual Iron.

2.9 Virtualització amb Alta disponibilitat

2.9.1 Introducció a la Virtualització amb Alta disponibilitat

Alta disponibilitat (o HA, per l'acrònim *High Availibity*) són els mètodes destinats a augmentar la disponibilitat dels sistemes. Depenent de l'objectiu que tinguin aquests sistemes el grau de disponibilitat variarà, des de per exemple les 24 hores als 7 dies de la setmana per sistemes de comerç electrònic fins a un horari laborable en dies laborables per sistemes interns d'un negoci. Aquest grau de disponibilitat ha d'estar present tant a l'hora de dissenyar un sistema d'aquest tipus com per oferir acords de nivell (*SLA*) de compromís ajustats a les interrupcions planificades i no planificades als clients interns o externs.

Donat que el maquinari, programari i les xarxes no son completament fiables, es molt difícil aconseguir un grau total de disponibilitat, i el mecanisme principal per augmentar aquest grau és evitar els únics punts de fallida amb la redundància. Ja sigui dotant de fonts d'alimentació addicional als equips, duplicació i múltiples camins pels elements de la xarxa, nivells de RAID als discos durs, etc.

Altre via possible, molt emprada per oferir serveis d'alta disponibilitat i per augmentar la disponibilitat és basa en duplicar els equips físics de tal forma que una maquina pugui substituir a altre en cas de fallida dels serveis que ofereix.

Amb la formula $Disponibilitat = \frac{Temps\ sense\ fallides}{Temps\ sense\ fallides + Temps\ sense\ disponibilitat}$ i basant-nos en dades històriques, es pot calcular la disponibilitat del sistema durant un període

[24] https://en.wikipedia.org/wiki/Xen

de temps com l'ultima setmana, l'últim mes o l'últim any. Segons la criticitat del sistema s'obté la taula dels "nous": un 99% de disponibilitat implica un marge de caiguda del sistema de fins 3'7 dies l'any i un 99,99% permet 52 minuts d'indisponiblitat a l'any.

En oposició a l'Alta Disponibilitat als clústers tradicionals, basada a la "migració de processos[25]", als entorn virtuals aquesta es refereix a la possibilitat de que maquines virtuals siguin migrades a altres hipervisors de forma transparent, emprant el mètode anomenat *live migration*.
Un procés de l'hipervisor anomenat *heartbeat* monitoritza la salut de les maquines virtuals, dels servidors físics i la resta d'infraestructura i inicia la migració dels sistemes afectats en cas d'error. Tal com il·lustra la figura 9, les VM no estan vinculades a cap de les maquines físiques i empren els recursos del node on resideixen en un moment donat.

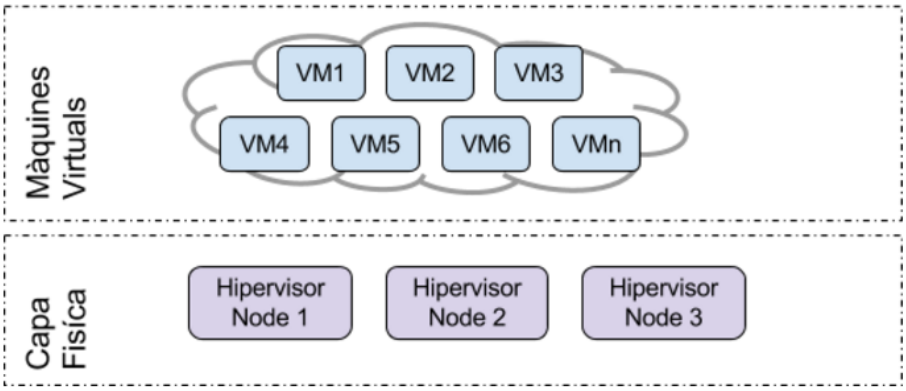

Figura 9. Vinculació VM-hipervisors

Entre els avantatges d'emprar un sistema *HA* virtualitzat respecte a *l'HA* tradicional estan els requeriments d'un menor numero de màquines físiques, eficiència a l'ús d'aquestes, l'aïllament dels serveis d'un maquinari específic, rapidesa, facilitat d'ampliació del maquinari o addició de nous nodes, i facilitat d'administració.

2.9.2 Clústers HA Virtualitzats

Els clústers *HA* virtualitzats agrupen els recursos de totes les maquines en una sola entitat lògica, i implementen mecanismes per supervisar tant les maquines virtuals com serveis que aquestes executin. En cas de fallida d'una de les màquines o més virtuals, l'hipervisor respondrà migrant-la (segons un ordre de criticitat predefinit) de host amb un procés de *live migration*.

Live migration, o migració en calent, es el procés que permet moure maquines virtuals en execució entre nodes del clúster d'hipervisors. Aquest procés pot ser

[25] https://pdfs.semanticscholar.org/4e40/dfd5b6c66818249bb353c96a72dc5f9db746.pdf

iniciat manualment pels administradors, o automàticament en cas de fallida. Tal com indica la figura 10, les accions que es realitzen son les següents[26]:

- Amb l'objectiu de preparar el traspàs, es crea un nou fitxer de configuració de la VM al hipervisor destí. L'hipervisor destí ha de comprovar que té accés als discos durs de la VM, allotjats al emmagatzematge compartit.
- El contingut de la memòria RAM de la VM es copia al hipervisor destí.
- A partir d'aquesta copia inicial, es controla els canvis a la memòria de la VM a l'origen per enviar tan sols aquests canvis i reduir el temps d'aturada.
- La VM es pausa al node origen
- Es copien els canvis a la RAM d'aquesta a l'hipervisor destí.
- La VM es reprèn al node destí.
- S'actualitzen altres factors, com les taules ARP per permetre la connectivitat de xarxa.

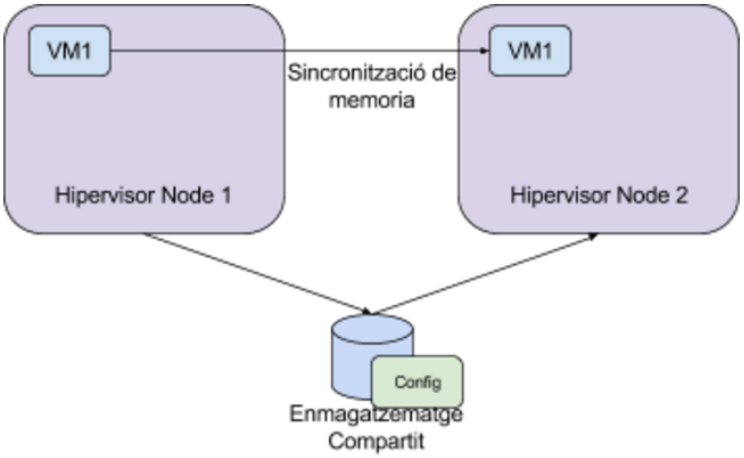

Figura 10. Procés de *live migration*

Enfront del principal desavantatge, que es tracta d'un sistema orientat més focalitzat en origen a mitigar les fallides de maquinari que les provocades pel sistema operatiu o els serveis, hi ha la facilitat de configuració i administració, i l'estalvi de costos, tant en programari molt especialitzat de gestió d'aquesta com en maquinari.

La figura 11 mostra el funcionament del sistema: Tots els hipervisors disposen d'un agent d'*HA* que es comunica amb els altres amb constants "batecs" o *heartbeats*. Aquesta comunicació pot ser directa entre els agents, o bé emprant l'emmagatzematge que comparteixen els nodes i on resideixen les VM's. Si la majoria d'hipervisors detecten la fallida d'un node ja sigui perquè deixen d'escoltar els seus *heartbeats* o perquè un agent amb problemes emet una ordre de balanceig, s'inicia la migració de les VM's a altres hosts.

[26] MILOJIČIĆ, D.S., DOUGLIS, F., PAINDAVEINE, Y., WHEELER, R. and ZHOU, S., 2000. Process migration. ACM Computing Surveys, vol. 32, no. 3, pp. 241–299. DOI 10.1145/367701.367728.

Aquests agents també supervisen si hi han prou recursos als altres nodes per poder reiniciar les VM's en cas necessari.

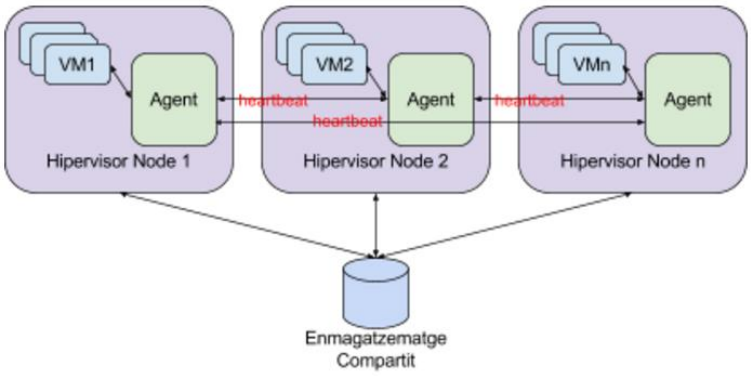

Figura 11. Funcionament de l'alta disponibilitat

Els hipervisors, en funció de la suma total dels recursos de processador i de memòria emprats per les VM's, i dels recursos reals oferts pels hosts poden no poder iniciar els processos de migració en cas de fallida, per evitar aquesta denegació es important assumir el numero de hosts físics que poden patir una caiguda i en funció d'aquest "pitjor escenari possible", dur un correcte del dimensionament de les VM's i els recursos físics per permetre hostatjar-les en cas necessari.
Les VM's tenen uns identificadors de prioritat, que serà més elevada pels serveis més crítics. Aquests indicadors s'empraran per definir l'ordre d'arrencada i d'assignació de recursos en cas de caiguda.

Alguns hipervisors, com VMware o Hyper-V també disposen de mecanismes que monitoritzen l'ús dels recursos que consumeix cada VM i les balancegen automàticament entre els nodes per aconseguir l'equilibri òptim d'us dels recursos físics i impedir la caiguda d'un node per sobre ús d'aquests recursos.

2.9.3 Requeriments per la HA

Cal que els nodes tinguin processadors compatibles entre sí, segons les especificacions del fabricant de l'hipervisor. Evidentment, la situació ideal es que els nodes siguin exactament iguals, amb idèntics processadors i numero d'aquests, i quantitat i tipus de memòria RAM. Es important que les versions de l'hipervisor siguin les mateixes a tots els nodes, i que aquest hipervisor ofereixi funcionalitats d'alta disponibilitat, ja sigui amb llicencia o sense.

Com a mínim s'han de disposar de tres adaptadors de xarxa o més treballant en, a la major velocitat possible: un per la connectivitat a la xarxa externa, altre per la connectivitat amb la SAN o NAS, ja sigui per iSCSI o altre protocol i altre per la gestió dels nodes, que serà per on s'intercanviarà el tràfic de *live migration* entre els nodes.

Disposar d'un sistema d'emmagatzematge extern certificat per l'hipervisor, ja sigui una SAN(*Storage Area Network*), una NAS(*Network Attached Storage*) o un DAS(*Direct Attached Storage*). Encara que la diferencia tradicional entre una SAN i una NAS son els protocols de emprats i que una treballa a nivell de blocs mentre l'altre ho fan a nivell de fitxers, actualment algunes NAS ja treballen a baix nivell i emprant protocols iSCSI com les SAN.
Les DAS es connecten directament al servidor, mitjançant un *host bus adapter* o *HBA* i emprant els protocols SCSI, SAS o *Fibre Channel*.
En tot cas, la velocitat d'accés a aquest sistema d'emmagatzematge ha de ser optima per evitar latències a l'accés a l'informació.

2.9.4 Arquitectura als entorns de producció

En entorns de producció es important analitzar les possibles dependències, o punts de fallida i convertir-los en tolerant a falles emprant la redundància.

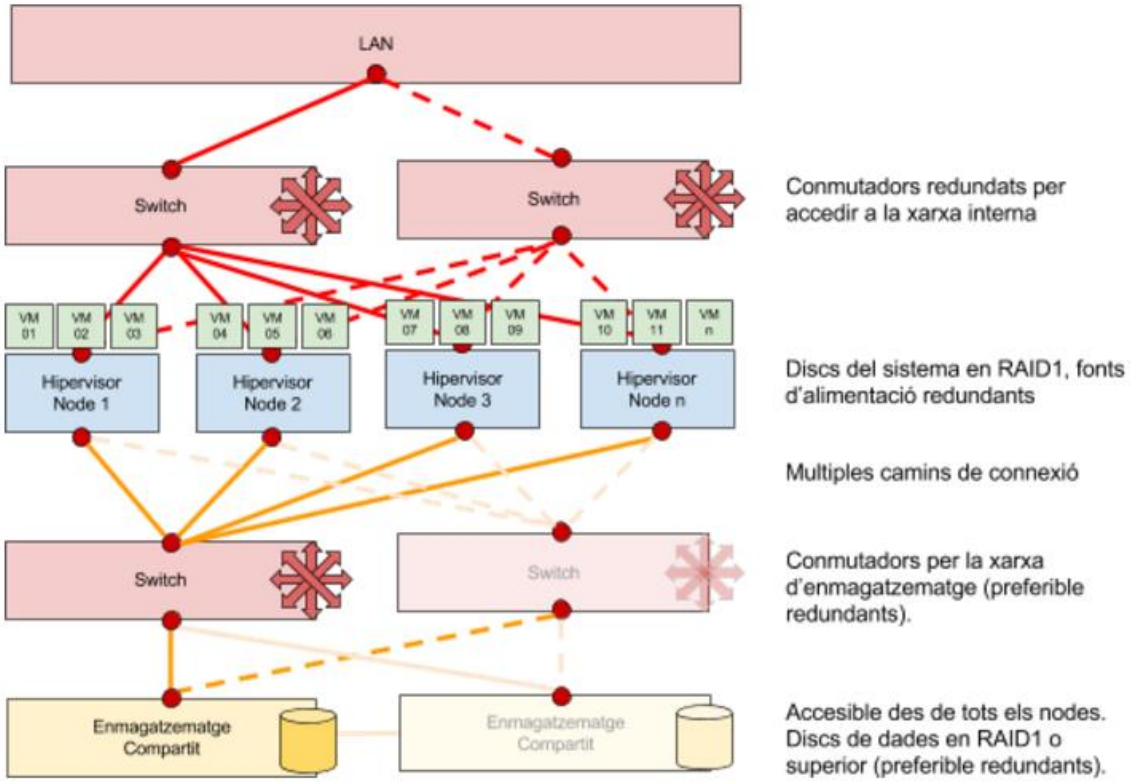

Figura 12. Topologia tipus a un entorn de producció

Una topologia tipus la com es mostra a la figura 12 cerca redundar tant els hipervisors com els components de xarxa d'emmagatzematge i cap a la LAN, implementar discos en mirall tant pel sistema operatiu dels hipervisors com a l'emmagatzematge compartit, i fonts d'alimentació redundants.

L’únic punt no redundat es l’emmagatzematge compartit, tot i que es possible emprar una SAN en alta disponibilitat que sincronitzi les dades amb la principal i mitigui el risc de fallida d’aquesta, encara que suposi un increment del cost.

3. Nucli del projecte: Implementació d'un entorn virtualitzat en alta disponibilitat

3.1 Introducció

3.1.1 Descripció de l'empresa

"AtlanticusAssegurances, operador de banca-assegurances vinculat a AtlanticusBanc, S.A.", des d'ara "AtlanticusAssegurances" neix com la fusió dels mediadors d'assegurances de quatre antigues caixes d'estalvis, i pertany al 100% a la seva matriu AtlanticusBanc. La seva missió es gestionar i mitjançar amb companyies externes les assegurances generals, de vida, llar i salut, a més dels fons de pensió e inversió que contracten el clients d'AtlanticusBanc a les oficines. Amb un volum d'un milió de pòlisses vives a data actual, un de cada quatre clients de AtlanticusBanc té contractada una o més pòlisses que gestiona AtlantiusAssegurances.
Els treballadors, cent deu persones, estan distribuïts en quatre centres, ubicats als serveis centrals de les antigues caixes. L'àrea de TI està ubicada a Barcelona. Trenta d'aquests usuaris son comercials amb mobilitat (es connecten a la seu central emprant portàtils amb tarja 4G i un client VPN)

Durant la fusió de les antigues caixes, es van migrar les dades dels quatre mediadors a una sola aplicació, que emmagatzema les dades a una BD Oracle. Aquesta aplicació té un *front-end web*, des del que les oficines d'AtlanticusBanc contracten i fan les gestions relatives als productes, i d'un *back-end* amb funcionalitats addicionals de gestió i generació d'informes que empren els empleats d'AtlanticusAssegurances.

3.2 Fase inicial

3.2.1 Anàlisi de la problemàtica actual

La fusió dels mediadors de les antigues caixes va posar sobre la taula sistemes d'informació heterogenis: aplicacions desenvolupades a mida en entorn Windows que empraven bases de dades Microsoft SQL Server, MySQL i Oracle, diferents repositoris de fitxers, servidors de correu, etc.
Encara que el procés d'integració es va assolir amb èxit fa dos anys, els antics sistemes hauran de romandre disponibles per consultar o verificar informació obsoleta durant uns anys més.
Els servidors dels antics operadors d'assegurances es van traslladar al CPD de Barcelona. Es tractava de *hardware* antiquat -de deu anys o més- i al que els fabricants (HP, Dell, IBM, Fujitsu i clònics) no donen suport ni garanteixen recanvis a causa d'estar fora del seu cicle de vida. La possibilitat d'una fallada

imminent d'algun component de *hardware* es molt elevada i l'empresa es conscient d'aquest risc.

L'inventari de servidors físics i els seus recursos tant els que cal mantenir en producció com obsolets (que cal conservar disponibles durant un període mínim de 5 anys) es detalla a la taula 2 i a la figura 13. Es tracten dels recursos que disposa cada servidor, no implica que els serveis que s'executen emprin la totalitat d'aquests. Tots els SO disposen de llicencies estàndard, no de tipus OEM lligades al maquinari. El proveïdor d'aquestes llicencies confirma que no hi hauria cap problema legal si es virtualitzen les màquines o es migren a nou maquinari.

Estat	Nom	Critic	SO	Serveis	CPU	RAM	HDD
Producció	AT_FITXERS01	10	Win 2012	Fitxers	2x1.8Ghz	16 Gb	2 Tb
Producció	AT_CORREU01	9	Win 2008	Exchange	2x1.4Ghz	8 Gb	1 Tb
Producció	AT_BBDD02	10	Win 2008	SQL Server	4x1.8Ghz	8 Gb	500 Gb
Producció	AT_APP01	10	Win 2008	Frontend App corporativa	2x1.8Ghz	8 Gb	100 Gb
Producció	AT_APP02	9	Win 2008	Backend app corporativa	2x1.8Ghz	2 Gb	200 Gb
Producció	AT_TS01	8	Win 2012	Terminal Server	4x1.8Ghz	16 Gb	100 Gb
Producció	AT_DOMINIDC1	7	Win 2012	DC	2x1.8Ghz	1 Gb	50 Gb
Producció	AT_SHARE01	8	Win 2008	Sharepoint	2x1.8Ghz	2 Gb	500 Gb
Producció	AT_MCAFEE01	4	Win 2008	Consola Antivirus	1x1.2Ghz	1 Gb	50 Gb
Producció	AT_BBDD01	5	Oracle Linux 6.2	Oracle	2x1.8Ghz	4 Gb	500 Gb
Producció	AT_ITSUPPO01	3	Ubuntu Linux 14	Monitorització	1x1.2Ghz	1 Gb	30 Gb
Producció	AT_ITSUPPO02	6	Ubuntu Linux 14	Backups	1x1.2Ghz	1 Gb	30 Gb
Producció	AT_PROXY01	8	Ubuntu Linux 14	Servidor Proxy	2x1.6Ghz	2 Gb	20 Gb
Obsolets	CG_SERVER01	1	Win 2000	Antic Servidor Caixa2	1x1.2Ghz	1 Gb	30 Gb
Obsolets	CC_SERVER01	1	Oracle Linux 4.9	Antic Servidor Caixa3	1x1.2Ghz	1 Gb	10 Gb
Obsolets	CI_SERVER01	1	Debian Linux 6	Antic Servidor Caixa4	1x1.2Ghz	1 Gb	20 Gb

Taula 2. Inventari dels servidors actius

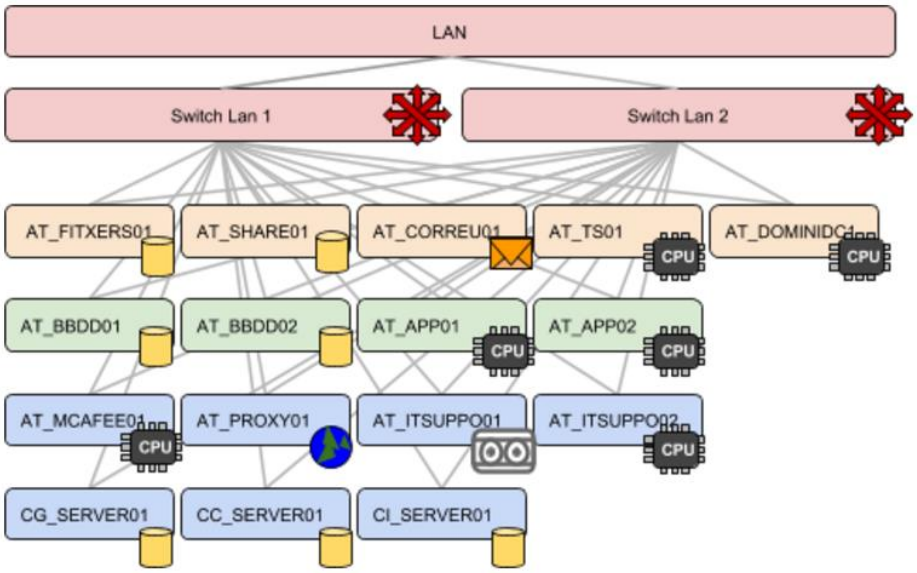

Figura 13. Diagrama de l'estructura actual dels servidors

Son servidors molt antics, la majoria en format torre que no es poden instal·lar en armari *rack*. Es realitzen copies de seguretat de les dades dels servidors més sensibles en una unitat LTO6 adquirida recentment, que substitueix un obsolet robot de cintes, però una incidència de maquinari en aquests suposaria la reinstal·lació complerta del SO i les aplicacions, a més no existeix redundància als serveis.

El consum elèctric dels servidors es molt elevat, segons les especificacions dels servidors aquest es d'entre 1.000 i 1.500W per servidor, 20KW en total. Al romandre encesos les 24 hores del dia la seva despesa mensual a un cost aproximat de 0.12€/KW es tradueix en 1.728€/mes. L'aire condicionat del CPD consumeix uns 1.300KWh/mes addicionals, equivalents a uns 156€, però es una partida que no es podrà reduir.

Encara que es disposi d'una eina de monitorització, Pandora, gran part dels problemes venen derivats de fallides del maquinari i dificulten la proactivitat, s'actua de forma reactiva davant les incidències. Sovint aquestes impliquen aturades del servei d'hores o fins i tot dies.

Gran part del temps dels tècnics de sistemes s'empra en gestionar les copies de seguretat, i resoldre problemes derivats de fallides de *hardware*.

Altres components del sistema (dos SAI's de 5000VA, elements de xarxa, tallafocs, etc) son moderns i estan dimensionats adequadament. Es disposa de dos armaris *rack* buits al CPD de la companyia per allotjar maquinari. A més a cada una de les seus hi ha un servidor físic, que sota Windows 2012 proporciona serveis d'*Active Directory* a cada delegació (AT_DOMINIDC02,

AT_DOMINIDC03, AT_DOMINIDC03). Aquests tres servidors son de recent adquisició i tampoc estan afectats pel projecte.

3.2.2 Objectius del projecte

Els objectius de negoci i tècnics que es vol assolir es detallen al capítol 1.2

3.2.3 Organigrama

Donada l'importància estratègica que té la companyia li atorga als projectes tecnològics, el el màxim responsable de l'àrea d'informàtica d'AtlanticAssegurances o CIO es un membre actiu del comitè de direcció de la companyia.

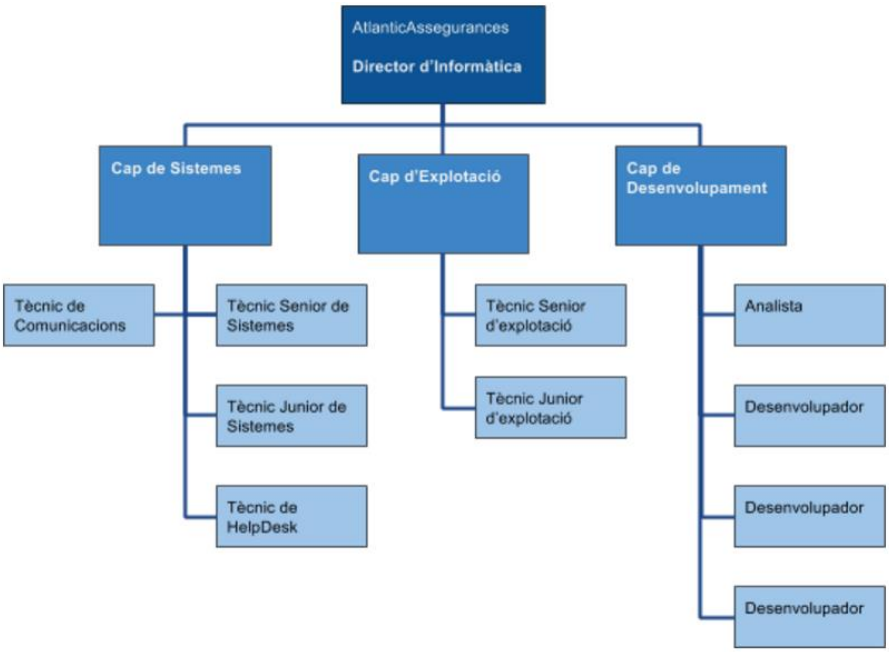

Figura 14. Organigrama de l'àrea d'informàtica d'AtlanticAssegurances

L'àrea està dividida en tres departaments, tal com s'observa a la fig. 14:

- Sistemes, equip dirigit el Cap de Sistemes, principal responsable del projecte que ens ocupa, un tècnic de comunicacions, i dos tècnics júniors que tenen com responsable un tècnic sènior, més experimentat i part important al projecte. Les seves funcions van des de encarregar-se de la definició i creació de nous sistemes i del manteniment dels actuals fins a oferir el servei d'atenció al usuari intern.
- Explotació, amb un responsable i dos tècnics, es l'encarregat de la correcta realització de les operacions diàries, des de vetllar pel correcte funcionament de les plataformes fins la generació i gestió dels fitxers i transferències de dades que es realitzen interna i externament.

- Desenvolupament. Format per un cap de departament, un analista i tres programadors, és el departament encarregat de d'analitzar, dissenyar i desenvolupar les aplicacions de la companyia.

3.2.4 Alternatives presentades

En una primera fase, s'estudien i es presenten a la direcció dues alternatives.

Alternativa 1: unificar serveis reduint el numero de servidors a la meitat.

Renovació de tot el parc de servidors amb nou maquinari. En aquest cas, per optimitzar costos (tant d'energia com de manteniment i de maquinari) s'unificaran serveis per evitar l'adquisició de 16 maquines. Es planteja la nova infraestructura agrupant-les segons la taula 3.

Servidor	Rols
1 servidor Windows	AT_FITXERS01 , i AT_SHAREPOINT01
1 servidor Windows	AT_CORREU01 i AT_DOMINIDC01
1 servidor Windows	AT_BBDD02 , AT_APP01 , AT_APP01
1 servidor Windows	AT_TS01 i AT_MCAFEE01
1 Servidor Linux	AT_BBDD01
1 Servidor Linux	AT_ITSUPPORT01, AT_ITSUPPORT02 i AT_PROXY01
1 Servidor Linux	Aplicacions antigues CL_SERVER01 , CI_SERVER01
1 Servidor Windows	Aplicacions antigues CG_SERVER01

Taula 3. Reestructuració proposta a Alternativa 1

Pels serveis en producció es valoren sis servidors amb fonts d'alimentació redundants, i per donar suport als serveis discontinuats, es valoren dos servidors més. El proveïdor habitual del departament elabora el pressupost de maquinari indicat a la taula 4.

Unitats	Descripció	Cost S/IVA	Total
8 x	HP DL180 G9 1 processador Intel Xeon E5-2603V3 amb 6 Cores 1,9Ghz, 8 Gb RAM.	1.700,00€	
	Font d'alimentació addicional	150,00€	
	2 HDD SAS 4Tb en RAID 1	690,00€	
	16 Gb RAM addicionals	140,00€	
	Contracte de manteniment addicional per 3 anys, 24 x7	712,00€	
			3.392,00€
		Total sense IVA	**27.136,00€**

Taula 4. Cost maquinari Alternativa 1

Encara que el maquinari inclou garantia per tres anys, i un any de suport amb resposta al següent dia laborable, com a opció es selecciona una ampliació d'aquest manteniment pels propers tres anys, que garanteix un temps màxim d'aturada del servei per falles de maquinari d'un dia. Tots els servidors son en format *rack*, i es disposa d'espai lliure a dos armaris buits al CPD de la companyia.

Tot i que aquests servidors son més potents que els antics, el seu consum elèctric es inferior al incorporar tecnologies de reducció del consum, fins a 800W, el que redueix el consum fins uns 6.4KW i permetrà reduir la factura de la llum a uns 552 € mensuals, un 68% menys.

Respecte a la partida de serveis, agrupar els servidors suposarà la reinstal·lació complerta de tot el programari i la seva reconfiguració des de zero. La valoració emprant personal propi per abordar aquest projecte és d'un temps de dos mesos (280 hores), amb un cap de projecte (50€/h) a temps parcial i dos tècnics de sistemes , un sènior (30€/h) i un júnior(20€/h) a temps complert el cost seria de 21.000€

El cost total d'aquesta alternativa és de 48.136€ més IVA.

<u>Alternativa 2: Virtualitzar l'infraestructura</u>

Implementar una infraestructura virtualitzada, que permeti una rapida migració de les maquines físiques, que garanteixi l'alta disponibilitat dels serveis, que simplifiqui l'administració i les tasques de copies de seguretat, tot reduint el numero de servidors necessaris
Tal com s'analitzava a l'apartat "Programari de virtualització" del Capítol 2, els líders del mercat son VMware i Microsoft, i s'avaluarà només els seus productes per complir l'objectiu de garantir el manteniment a llarg termini. Els dos són hipervisors de tipus 1 i a les versions actuals el seu rendiment es similar.

Planificació de la capacitat

Com a fase preliminar es pot emprar una eina que estimi els recursos reals que consumeixen les maquines físiques i faciliti l'estimació de les maquines que es requereixin per l'hipervisor.

Entre d'altres, existeixen les següents eines per realitzar aquesta tasca:

- PlateSpin Recon[27], de NetIQ, La recollida de dades es local i té el seu propi client de generació d'informes. Es molt funcional però es de pagament.
- VMware Capacity Planner[28] , es gratuïta, amb clients locals que recullen dades via WMI però que emmagatzema les dades de rendiment al núvol del fabricant.

Donat que els requeriments de maquinari de qualsevol de les dues solucions seran molt semblants sigui quin sigui l'hipervisor triat, es pot emprar la solució de VMware . El procés consisteix a instal·lar uns agents a tots els servidors que es volen virtualitzar. Aquests recullen dades de tot tipus: Consum de memòria, de CPU, elèctric, dissipació tèrmica, espai físic al CPD, etc.

Després d'un període de recollida de dades, les eines generen un informe amb els recursos consumits per cada maquina, els pics de consum i de memòria, etc, i en funció d'aquests recomanen els escenaris amb numero i dimensionament dels hipervisors.
A més, Basant-se en el consum de memòria i de recursos, L'eina proporciona un mapa d'anomalies, que permet assignar més recursos virtuals a les maquines que ho requereixin, així com l'escenari de separació de maquines virtuals per hipervisor més òptim. Aquest mapa es orientatiu, i en funció del nivell de criticitat que s'assigni a cada servei, que sempre han de poder iniciar-se en un altre hipervisor, de l'ús actual de cada maquina i dels límits de carrega i de reserva que tingui cada servidor físic, es definirà un escenari de carregues personalitzat.

En el cas que ens ocupa, donada la poca potencia i ajustada memòria de les maquines que volem virtualitzar, es decideix no emprar una d'aquestes eines i es dimensionen els hipervisors en funció de les capacitats actuals, segons el consum total de recursos de memòria i processador donats per l'inventari de la taula 2 (73Gb de RAM i 30 nuclis de processador), i deixant marge per ampliar els recursos de les VM's en un futur si fos necessari. Aquest dimensionament inclouria dos servidors hipervisors amb 64Gb de RAM i 20 nuclis, al que cal afegir un tercer hipervisor per assolir l'objectiu de l'alta disponibilitat. Aquesta configuració assumeix un rati de consolidació de 6 a 1 (sis màquines virtuals per una física), que poden treballar folgadament en només dos dels tres nodes.

Respecte a l'emmagatzematge, es fa una estimació de l'espai total ocupat als dos anys anteriors (3.2Tb i 4.7Tb) emprant les copies de seguretat anuals que es conserven, i amb l'espai actual, 5.1 Tb es fa una projecció de creixement a 5 anys vista, quan es requeriran 10Tb aproximadament, tal com es veu a la figura 15.

[27] https://www.netiq.com/products/recon/
[28] https://optimize.vmware.com/index.cfm

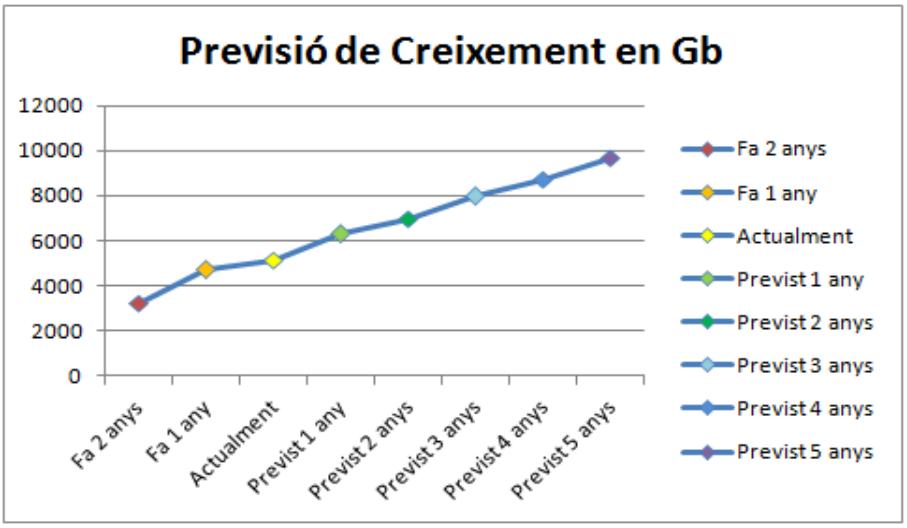

Figura 15. Previsió de Creixement de dades

Aquesta previsió serveix per ampliar els requeriments inicials de 5,1Tb fins a disposar de 12Tb. Es decideix instal·lar dos NAS en alta disponibilitat, i s'avalua l'adquisició de dos unitats Synology RackStation RS3614RPxs, instal·lables amb *rack*, amb capacitat de 12 discos, fonts d'alimentació redundants, i afegint dues targes de xarxa de 10Gb, cada una amb dos interfases, una tarja per connectar-les amb els hipervisors minimitzant les latències de xarxa, i altra per maximitzar la connexió de *heartbeats* i replicació de dades entre els dos NAS. Aquest NAS ofereix suport de LUNs i del protocol iSCSI.
Per assolir els 12 Tb es decideix emprar 6 discos de 4Tb treballant en RAID 1 ó 1+0, que proporciona un alt grau de redundància i alt rendiment, amb facilitat d'ampliació i un temps de reconstrucció més curt que un RAID 5 en cas de fallida. A més, s'afegeix una unitat SSD de 250Gb que farà les funcions de cau de disc per augmentar el rendiment a les operacions de lectura sobre els discos i altre disc de 4Tb destinat a ser disc de reserva (emprant la funcionalitat *hot spare* de la cabina es replicarien les dades automàticament en cas de fallida).

Després de totes aquestes operacions encara romandran disponibles quatre baies per futures ampliació, i si no fos suficient aquest model de NAS suporta unitats d'expansió per augmentar el numero de discos fins a un màxim de 36 unitats de disc.
També es valora l'adquisició de dos commutadors de 10Gb Base-T, que actuaran com a nexe entre les els hipervisors i els NAS. Estaran connectats en cascada amb un cable SFP+ de 10Gb.

Unitats	Descripció	Cost S/IVA	Total
3 x	HP DL380 G9 2 processadors Intel Xeon E5-2650v3, amb 10 Cores a 2.3Ghz, 32Gb RAM, 6 interfaces de xarxa (4x1Gb, 2x10Gb) 2 fonts d'alimentació redundants incloses Ampliació a 64 Gb RAM 2 HDD SSD 250 Gb en RAID 1 Contracte de manteniment addicional per 3 anys, 24 x 7	4.500,00€ 580,00€ 620,00€ 981,00€	20.043,00€
2 x	Synology RackStation RS3614RPxs 5 anys de garantia inclosos Ampliació tarja de xarxa 2x10Gb Ampliació tarja de xarxa 2x10Gb 7x Discs durs Hitachi 4Tb NAS SSD Samsung 250Gb	2.350,00€ 235,00€ 235,00€ 721,62€ 390,00€	7.863,24€
2 x	Switch Netgear Prosafe 8x10Gb 1x Cable SFP+ Contracte de manteniment 3 anys 24x7	620,00€ 150,04€	1.240,00€ 77,54€ 300,08€
		Total S/IVA	**29.523,86€**

Taula 5. Cost maquinari Alternativa 2

Avaluació dels Hipervisors

Els requeriments a l'hora de seleccionar l'hipervisor de la infraestructura son:

- Tal s'apuntava a la descripció dels tipus d'hipervisors, al reduir una capa els de tipus 1 son més eficients, tenen un rendiment més alt, i més seguretat al ser més senzills i estar dissenyats per realitzar les funcions d'hipervisor i no treballar sobre un sistema operatiu amb propòsits generals. S'optarà doncs per un hipervisor de tipus 1. Descartats els de tipus 2 com KVM, Virtuozzo o VirtualBox, les principals opcions a considerar son Xen, Citrix Xenserver, VMware ESXi i Microsoft Hyper-V .
- S'obtindrà un major rendiment i aprofitament total del maquinari si l'hipervisor fa ús dels conjunts d'instruccions de virtualització dels processadors, o sigui emprant virtualització per *hardware* , requeriment que compleixen tots els hipervisors seleccionats.
- Un bon suport d'alta disponibilitat, i balanceig de carregues. Totes disposen d'una bona gestió de clúster, però Xen i Xenserver no tenen un sistema de balanceig de carrega entre nodes basat en els recursos consumits per les VM's,

- Compatibilitat amb els sistemes operatius clients. En el cas que ens ocupa, l'instal·lació està formada per maquines molt heterogènies, amb Windows 2000, 2008 i 2012, Oracle Linux 4.9, Oracle Linux 6.2, Ubuntu Linux 14 i Debian Linux 6. Xen i Xenserver[29] no suporten les versions antigues de Windows ni Oracle Linux, i Microsoft[30] a més no suporta la Linux Debian 6 ni Windows 2000.

Encara que en principi aquest últim punt sembla decidir com l'única alternativa possible la solució de VMware, s'avaluarà un altre hipervisor, Microsoft Hyper-V, i si s'escau s'avaluarà la reinstal·lació dels serveis no suportats a altres versions més modernes de sistema operatiu.
Les maquines amb versions de SO client no suportades per Microsoft Hyper-V son les obsoletes CG_SERVER01, CC_SERVER01 i CI_SERVER01. Es valora un cost addicional de 96 hores del tècnic sènior per la reinstal·lació dels seus sistemes operatius, SGBD i migració de dades, el que fan 2.880€. Pel cas de la llicencia gratuïta d'Hyper-V s'afegeixen 800€ addicionals en concepte de llicencia de Windows Server 2012 per la màquina obsoleta que executa Windows 2000, el que suposaria un increment de 3.680€ al projecte. Aquests 800€ no seran aplicables a la versió *Datacenter Edition* al incloure les llicencies de SO client.

La valoració del cost del SO hipervisor per aquesta infraestructura serà:

- Microsoft. Ofereix dos alternatives possibles:
    - Windows Server 2012 *Datacenter Edition*, amb Hyper-V inclòs, una llicencia per cada host. L'avantatge principal es que permet hostatjar tantes màquines virtuals Windows com siguin necessàries, el cost aproximat serà de 6.000€ x 3 = 18.000€ s/IVA. El cost del paquet "*software assurance*" augmenta fins 1073€ addicionals.
    - Microsoft Hyper-V 2012, si no hi ha necessitat de noves llicencies de SO de les maquines virtuals, com es el cas.
- VMware vSphere 6: La llicencia mínima necessària per disposar de les funcionalitats d'alta disponibilitat es "*VMware vSphere 6 Essentials Plus for 3 hosts (max 2 CPUs per host)*", que redueix el cost fins als 3.525€ s/iva. El cost de manteniment anual es de 711€ s/iva

Pel programari de copies de seguretat, es selecciona *Veeam Backup Essentials Standard 2 sockets bundle*, que requereix una llicencia per cada servidor. Cada paquet té un cost de 800€ i és el mateix tant per la versió Hyper-V com per VMware, amb un cost total de 2.400€ en aquesta partida.

---

29 http://docs.citrix.com/content/dam/docs/en-us/xenserver/xenserver-7-0/downloads/xenserver-7-0-vm-users-guide.pdf (Chapter 3. Supported Guests and Allocating Resources)

30 https://technet.microsoft.com/en-us/Windows-server-docs/compute/hyper-v/supported-linux-and-freebsd-virtual-machines-for-hyper-v-on-Windows

El consum elèctric amb aquesta opció quedaria reduït fins a uns 4KW que suposa un cost mensual de 345€, el que representa un 80% de reducció respecte el consum actual.

Respecte a la partida de personal, donat que l'organització disposa dels coneixements i els recursos suficients per abordar el projecte de forma interna, i l'esforç de virtualització es menor que la reinstal·lació de tota l'infraestructura, es valora en 19.266,33 € , tal com es detalla al punt 3.7.2

Anàlisi pros/contres i costos de les alternatives

A continuació es resumeixen els principals avantatges i desavantatges de les alternatives estudiades:

Escenaris	Pros	Contres
Alternativa 1 Renovació de servidors	-Servidors independents,	-Risc elevat per la reinstal·lació dels sistemes -Sense emmagatzament unificat ni alta disponibilitat -Alt consum elèctric. -No simplifiquem l'administració
Alternativa 2.1 Virtualització Hyper-V Server	-Llicencia d'us gratuïta -Baix consum elèctric -Copies de seguretat	-No suporta molta varietat de SO convidats. -Si la capa del SO cau, les VM es veuran compromeses. -Desconeixem la qualitat del servei de suport al ser gratuït.
Alternativa 2.2 Virtualització MS Datacenter	-Inclou totes les llicencies de Windows Server a les VM's -Baix consum elèctric -Copies de seguretat	-Elevat cost llicencies de programari -No requerim noves llicencies al projecte. -No suporta molta varietat de SO convidats.
Alternativa 2.3 Virtualització VMware vSphere 6	-Rendiment excel·lent, -Qualitat del suport tècnic. -Baix consum elèctric -Copies de seguretat	-Tot el maquinari del host ha d'estar certificat. -Corba d'aprenentatge pels administradors més pronunciada

Taula 6. Pros / Contres dels escenaris

Tal com es detallava al punt anterior, en el cas que ens ocupa la principal desavantatge de Hyper-V contra VMware es l'incompatibilitat amb els sistemes operatius de les VM, tant les versions obsoletes de Oracle Linux 4.9 i Debian 6[31],

[31] https://technet.microsoft.com/en-us/Windows-server-docs/compute/hyper-v/supported-linux-and-freebsd-virtual-machines-for-hyper-v-on-Windows

com Windows 2000[32]. Segons la matriu de compatibilitat de VMware 6, aquest si que proporciona suport a versions antigues[33].

Tenint en compte el consum elèctric[34] de l'infraestructura i a assumint que el preu 0.12 KW/h no variarà al llarg dels propers 5 anys, es pot estimar l'estalvi que ofereix el nou maquinari, com es mostra a la taules 7 i 8 (d'on s'obté l'estalvi acumulat restant el consum actual amb el de l'alternativa), i a la figura 16 on es reflecteix aquesta evolució de forma gràfica.

El consum dels aparells s'indica en Watts per hora. Un mètode per calcular el cost pot ser calcular les hores mensuals que l'aparell està encès, i multiplicar aquest valor pel cost en KW/h. Altre sistema que dona el mateix resultat en cas d'aparells que romanen encesos les 24 hores, pot ser calcular el cost mensual del KW (Cost KW/h * 24 hores * 30 dies) i multiplicar aquest cost pel consum en una hora del conjunt de servidors.

Amb el cost de KW/h de 0,12€, i assumint que les maquines estan funcionant les 24 hores del dia tot el mes, calculem el cost KW/mes = 0,12*24h*30d= 86,4€.

Escenari	Nº Servers	Consum W/h per server	Consum total servers	Cost KW/mes	Cost mensual	Cost Anual	% Reducció consum
Actual	16	1250 W	20 KW	86,4 €	1.728,00 €	20.736,00€	-
Alternativa 1. Renovació	8	800 W	6.4 KW	86,4 €	552,96 €	6.635,52 €	**- 68%**
Alternativa 2. Virtualització	5 (3 servidors+2 NAS)	800 W	4 KW	86,4 €	345,60 €	4.147,20 €	**- 80%**

Taula 7. Càlcul d'estalvi energètic per alternatives

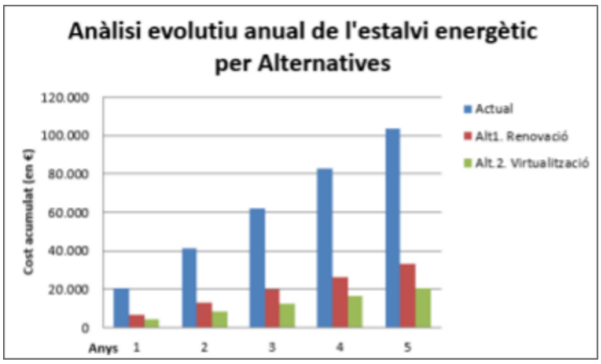

Figura 16. Anàlisi evolutiu anual de l'estalvi energètic per alternatives

[32] https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn792027(v=ws.11).aspx
[33] http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php?deviceCategory=software
[34] MINAS, L. and ELLISON, B., 2009. Energy efficiency for information technology: how to reduce power consumption in servers and data centers. Hillsboro, OR: Intel Press.

Escenaris	Cost acumulat per any					Estalvi acumulat
	1er	2on	3er	4rt	5è	
Actual	20.736 €	41.472 €	62.208 €	82.944 €	103.680 €	-
Alternativa 1. Renovació	6.635 €	13.271 €	19.906 €	26.542 €	33.177 €	**70.502 €**
Alternativa 2. Virtualització	4.147 €	8.294 €	12.441 €	16.588 €	20.736 €	**82.619 €**

Taula 8. Comparativa d'estalvi energètic

Finalment i com s'observa a la taula 9, respecte a l'escenari inicial i tenint en compte tant els costos inicials d'adquisició de maquinari i implementació com els anuals de renovació de llicencies i manteniment, i descomptant-ne l'estalvi energètic que suposa cada una de les alternatives *versus* la situació inicial, les mes favorables son la alternativa 2.1 (Virtualitzar amb Hyper-V) i la 2.3 (VMware vSphere), on el cost del projecte queda amortitzat entre el tercer i el quart any gracies a l'estalvi al consum elèctric.

Escenaris	Cost Implementació			Cost Manteniment anual[35]					Estalvi ener-gètic	Cost / Estalvi vs situació inicial
	Maqui-nari	Llicen-cies	Perso-nal	1er	2on	3er	4rt	5è		
Inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0€**
Alternativa 1 Renovació	27.136	0	21.000	0	0	5.696	0	0	-70.502	**-16.670€**
Alterna. 2.1 Virtualització MS Hyper-V	29.523	2.400 +800	19.266 +2.880	0	0	3.243	0	0	-82.944	**-24.832€**
Alterna. 2.2 Virtualització Datacenter	29.523	20.400	19.266 +2.880	1.073	1.073	4.316	1.073	1.073	-82.944	**-2.267€**
Alterna. 2.3 Virtualització VMware	29.523	5.925	19.266	711	711	3.954	711	711	-82.944	**-21.432€**

Taula 9. Comparativa de costos d'alternatives respecte situació Inicial

[35] Inclou contractes manteniment del maquinari (a partir del tercer any) i de suport de l'hipervisor.

3.2.5 Alternativa escollida

Després de l'estudi inicial, decidim seleccionar la **segona alternativa, virtualitzar emprant VMware vSphere 6.** Encara que l'opció més econòmica és Microsoft Hyper-V Server, el fet de desconèixer la qualitat del suport per part del fabricant d'un producte gratuït, i que no tinguem garantida l'integració de versions antigues de Linux i Windows, i del cost addicional que representa l'adaptació d'aquells servidors amb versions de S.O. obsoletes, son factors decisius per descartar-les.

El cost d'aquesta infraestructura a cinc anys vista, tenint en compte tant les despeses d'adquisició, instal·lació i manteniment anual, i descomptant l'estalvi energètic suposarà un total de 21.432€ respecte a la situació inicial, i el projecte compleix amb tots els requeriments tant organitzatius com tècnics.

Beneficis per la organització de la proposta escollida

Un cop seleccionada l'alternativa de virtualització, es pot definir els beneficis que aquesta suposarà:

- L'estalvi elèctric, que en aquest cas suposarà una reducció del 80%. Suposarà un benefici tant a nivell econòmic com per la política mediambiental de l'organització.
- Reducció de la mida del CPD. Lligat al punt anterior, l'alliberament d'espai actualment no es un gran avantatge, doncs es disposa d'un CPD propi, però ho seria en cas d'externalització d'aquest servei.
- Facilitat per crear entorns de proves. Es pot replicar maquines ja existents sense problemes per construir un entorn de laboratori sense cost.
- Flexibilitat per l'aprovisionament. La generació de nous servidors sense dependre d'adquisició de nous servidors físics, i de forma rapida i senzilla.
- Reduir la dependència dels proveïdors de maquinari. Al abstraure el maquinari i reemplaçar-lo amb maquinari virtual, futures migracions dels hipervisors poden anar lligades a altres proveïdors sense incidències. Fins i tot, en un futur avaluar la migració de la plataforma a un proveïdor al "núvol" si fos necessari.
- Augment de temps de disponibilitat. Al emprar sistemes redundats, i permetre la migració de les màquines virtuals en calent som menys vulnerables enfront interrupcions no planificades.
- Millorar la recuperació de desastres. D'una banda, al abstraure la capa de maquinari, no cal disposar d'un maquinari igual per recuperar-nos d'un desastre, el que facilita iniciar les VM's a altres entorns. D'altra banda, el fet de consolidar els servidors en un menor numero de màquines físiques simplifica i abarateix futurs projectes de replicació en altra ubicació.
- Aïllament d'aplicacions. Les antigues polítiques de "una aplicació/un servidor" van provocar augment dels costos i servidors infrautilitzats, com en aquest cas. S'optimitzen millor les noves maquines aprovisionant a les

màquines virtuals amb la quantitat exacta de recursos de CPU, memòria i emmagatzematge que aquestes consumeixen.

- Ampliació de la vida útil d'aplicacions antigues. Al tenir aplicacions que s'executen en sistemes operatius antics, que potser no funcionarien correctament amb maquinari modern, cal ser conscients dels riscos que implicaria una migració d'aquest tipus. Mitjançant la virtualització s'encapsulen aquests entorns i es pot estendre la seva vida útil sense dependre de maquines obsoletes.

Arquitectura de la proposta escollida

L'infraestructura està dividida en tres parts ben diferenciades:

Els dispositius d'emmagatzematge, o NAS. S'ha seleccionat un model comercial assequible, que permet l'ús de discos SSD com cau intermedi per accelerar el rendiment, i afegir targes de xarxa de 10Gb per millorar el rendiment de la xarxa. Els dos dispositius formaran un clúster actiu-passiu, es a dir, només estarà actiu un i el secundari romandrà replicant constantment les dades que s'escriuen i es promocionarà a principal en cas de fallida de maquinari, fallida en algun disc dur o caiguda del protocol d'emmagatzematge. Per tal que d'evitar latències en aquesta procés de replica o impedir que una escriptura a la cabina principal es bloquegi pendent de la confirmació d'escriptura a la secundaria, cal que la connectivitat entre ells sigui lo més optima possible. Per aquesta funció de *heartbeat*/replicació es dedicarà una interfase amb dos connectors de 10Gb treballant en mode d'agregació virtual, arribant a 20Gb en condicions optimes. Els altres connectors de 10Gb estan connectats a l'electrònica de la xarxa d'emmagatzematge, treballant també en mode d'agregació virtual o *trunking* en previsió de que la fallida d'un dels dos cables o d'un commutador pugui afectar al mínimament el rendiment però no la disponibilitat del sistema. Els fitxers de les maquines virtuals romandran aquí, i mitjançant el protocol iSCSI els servidors hi tindran accés com si es tractes d'un disc dur local d'aquests.

Realitzant un anàlisi previ, amb el focus a la NAS com les bones practiques de l'hipervisor, s'observa que:

- El protocol d'emmagatzematge[36]: Les opcions que a avaluar son *Fibre Channe*l(1,2,4,8 o 16Gb), FCoE(10Gb) , iSCSI (1 o 10Gb) i NFS (1 o 10Gb). El NAS triat per aquest projecte no suporta els protocols de fibra, el que redueix les opcions a iSCSI i NFS. Les dues tenen com avantatges que no requereixen *hardware* addicional, funcionen sobre xarxa *ethernet*, una tecnologia molt madura i provada. Els contres als dos son de manca de seguretat al no ser protocols xifrats, que en aquest cas no afecta, al

[36] Storage Protocol Comparison White Paper, VMware TECHNICAL MARKETING DOCUMENTATION v1.0 Updated April 2012

treballar sobre una electrònica de xarxa separada de la LAN, i que requereixen de més esforç de les CPU per part dels *hosts*. NFS afegeix problemes radicats a l'impossibilitat del protocol a proporcionar més d'una sessió per connexió dificulten el *multipathing* i el *load balancing*. Tot i que a nivell de rendiment no hi han diferències significatives, aquests darrers problemes son determinants per decidir a emprar el protocol iSCSI.

- El principal coll d'ampolla de l'infraestructura d'emmagatzematge son els discos. Com que el rendiment no augmenta amb la mida d'aquests, es preferible seleccionar uns ràpids i amb menys capacitat. Entre altres, a un entorn virtual, s'ha de prestar especial atenció a les operacions d'entrada/sortida per segon, o IOPS que requereix cada maquina, i seleccionar els discos mes adequats en base a aquest factor.
- Altra consideració és el tipus de RAID a emprar[37]. A nivell de lectura no comporten penalització, però depenent del tipus de RAID si hi haurà d'escriptura (2x pels RAID 1 i 10, 4x pel RAID 5 i 6x pel RAID 6 aproximadament) degut a que el procés de càlcul de paritat ha d'escriure l'informació a més d'un disc. Per conservar un bon equilibri entre la protecció de les dades i el rendiment, s'opta per una configuració en mirall, amb un volum simple o conjunt de volums com RAID 1 o RAID 10.
- Segons el fabricant, els discos seleccionats tenen aproximant 150 IOPS. Si es defineixen tres RAID 1 independents, i assumint que la carrega de treball serà 60% escriptura i un 40% de lectura, les seves IOPS funcionals segons la formula[38]

  $$IOPS\ funcionals = \frac{Raw\ IOPS * Escriptura\ \%}{Factor\ de\ Penalització\ de\ RAID} + RAW\ IOPS * Lectura\ \%$$

  seran: $\frac{300 * 0.6}{2} + 300 * 0.4 = 210\ IOPS$ per volum en cas de 3 RAID 1, o 630 IOPS en cas de un RAID 10. S'optarà doncs per aquest ultim, tot i que aquests valors no seran els operatius, ja que a pesar d'emprar discos SSD amb més de 10.000 IOPS com cau, el disseny de l'emmagatzematge considerarà els cau com una millora factible de desactivar temporalment sense deixar la plataforma inoperativa.
- Per finalitzar, serà necessari configurar els dos NAS en alta disponibilitat. S'optarà per una configuració actiu-passiu, on l'informació es repliqui a la cabina de reserva, que es promocionarà a principal en cas de fallida.

Els commutadors de xarxa, o *switches*. S'ha seleccionat un model amb 8 ports de 10Gb de coure, que encara que son de la gama d'entrada a aquesta tecnologia proporcionen un bon rendiment i son gestionables. Donat que l'ús d'aquests serà exclusiu a aquesta xarxa d'*storage*, es definirà una única VLAN, es configurarà

[37] SAN System Design and Deployment Guide Second Edition, VMware, Latest Revision: August 2008

[38] VMware Storage Best Practices. Patrick Carmichael – Escalation Engineer, Global Support Services

un port per connectar-los apilats o en *stack* , per tal dotar de redundància a aquest punt de l'instal·lació

Els hipervisors, o servidors de virtualització. Tres servidors dimensionats per permetre la fallida d'un d'ells sense penalitzacions de rendiment, connectats amb dos interfases de 10Gb a l'infraestructura de comunicacions, i per ports de 1Gb a l'electrònica de xarxa de la companyia, son el nucli del sistema. Configurats formant un clúster, treballaran en mode *failover* es a dir, balancejat de VM's automàtic en cas de fallida. Gestionaran tots els serveis de la companyia, ara servidors virtuals. Al igual que els NAS, disposen de fonts d'alimentació redundants, connectades

Un servidor addicional, dedicat a les tasques de copies de seguretat i d'administració, tant dels hipervisors de les màquines virtuals com de l'electrònica de la xarxa d'emmagatzematge. Té una unitat de cinta LTO6 de 6.5TB, amb capacitat suficient per salvaguardar totes les màquines virtuals.

La figura 17 presenta un esquema de l'instal·lació descrita. Donat que focus d'aquest TFG és la nova infraestructura, s'assumeix que la LAN no té especials particularitats, i que els terminals connectats son uns 100 ordinadors.

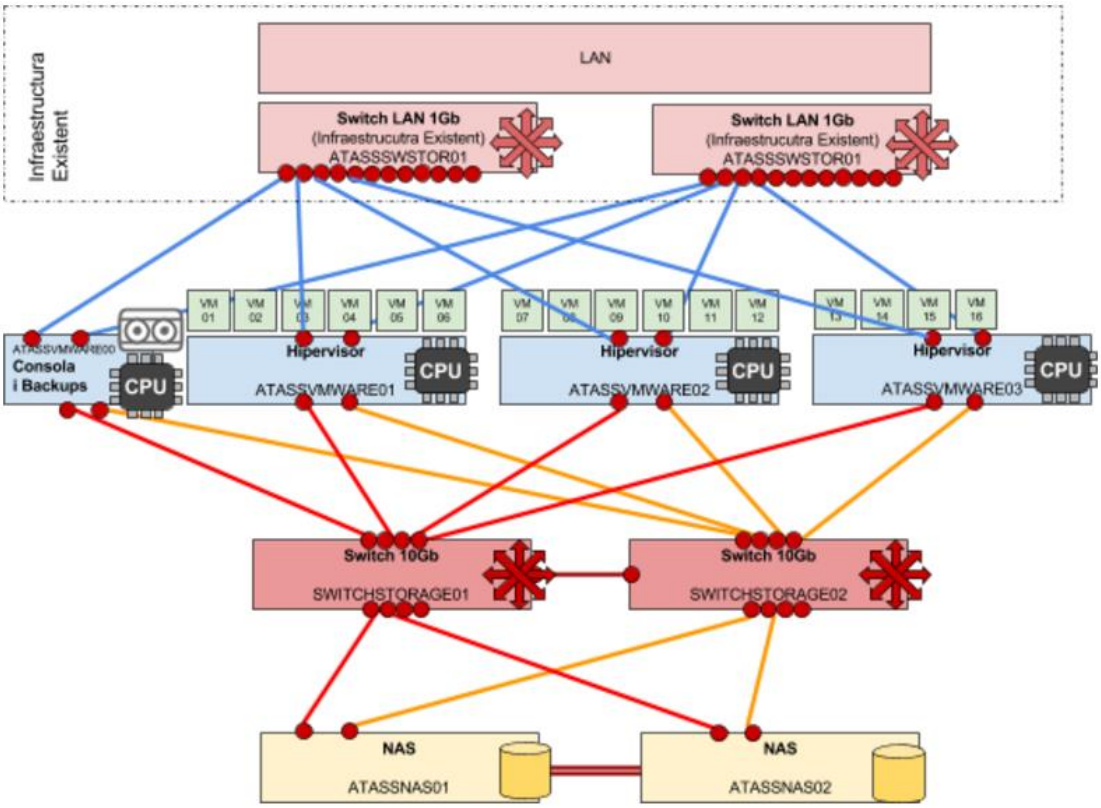

Figura 17. Topologia de la proposta

Amb aquest disseny es vol dotar de redundància i commutació automàtica enfront fallides a tot el conjunt de màquines virtuals que no disposen d'aquesta per tractar-se d'instal·lacions de SO sense suport natiu de clúster.

Migrant els servidors actuals amb maquinari obsolet, s'aconsegueix doncs l'objectiu de proporcionar alta disponibilitat als serveis i aplicacions que aquests ofereixen, i es faciliten les tasques d'administració.

A nivell de seguretat els avantatges que proporciona aquesta arquitectura son:

- L'emmagatzematge centralitzat de les dades evita la pèrdua d'aquestes i facilita les copies de seguretat.
- L'aïllament de les VM's i les aplicacions dificulta que atacs a una VM puguin afectar a la resta, i facilita revertir una màquina a un estat anterior segur previ a l'atac.
- La segmentació mitjançant la definició de diferents perfils per cada grup de tècnics facilita l'administració dels servidors.
- Les vulnerabilitats a l'hipervisor es redueixen, doncs al tractar-se d'un sistema operatiu molt compacte i relativament senzill té poca superfície d'atac i amb menys vulnerabilitats que sistemes operatius generalistes.

L'infraestructura permet escalabilitat, ja sigui ampliant la memòria o afegint més processadors als hipervisors existents o afegint nous servidors al clúster. El NAS també permet escalabilitat, al restar disponibles set badies per futures ampliacions de disc.

3.2.6 Normativa i legislació

L'implantació del projecte de virtualització no hauria d'afectar a la gestió de la llei de protecció de dades que es realitza a l'empresa. Encara que ara virtuals, els sistemes i processos seran els mateixos, i no variarà res a l'inscripció dels fitxers de dades personals que la companyia té inscrites a la Agencia de Protecció de Dades.
Caldrà modificar, això sí, el document de seguretat LOPD de la companyia, modificant la breu descripció de la nova infraestructura i deixant palès que els nous recursos físics a protegir son tant els hipervisors com les cabines de discs.
D'altra banda s'hauran de respectar els procediments inclosos al document de seguretat que puguin fer referència a la destrucció de dades dels antics servidors que es virtualitzen, i deixar-ne constància per futures auditories.

També s'haurà de modificar el pla de contingències de l'organització, fent les modificacions adients i incloure tant els nous sistemes de redundància de dades i alta disponibilitat dels servidores com els procediments de control necessaris.

Respecte a les llicencies i condicions d'us que exigeix del programari de virtualització seleccionat[39] com de les del Sistema Operatiu[40] de les maquines virtuals, s'han de tenir presents en tot moment, i adaptar el projecte per tal de vetllar pel seu acompliment.

3.3 Fase de planificació

3.3.1 Calendari

Com es detallava a l'estimació del cost del personal, cinc rols diferents intervenen al projecte. Direcció pren les decisions finals que afecten al les despeses, tant d'adquisició de material com d'aprovació d'aquest calendari i els costos de personal que implica. El Cap de projecte gestiona tot el projecte, i vetlla per que s'ajusti a temps i costos, encara que té un perfil tècnic i pren les decisions que li pot proposar l'enginyer sènior i el de comunicacions, els responsable d'execució. La tasca del tècnic Júnior es donar suport a aquest i formar-se per donar suport al manteniment de la solució un cop estigui entregada.
Per últim, un usuari avançat proporcionarà suport puntual per certificar que les migracions son correctes i no hi ha pèrdua de qualitat del servei.

Les tasques del projecte, els actors que hi intervenen i la durada d'aquestes es detallen a la taula 10.
El diagrama de Gannt corresponent a aquestes tasques es mostra a la figura 18.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	**Implementacio Vmware HA**	**74,83 días**	**mié 21/09/16**	**mar 03/01/17**	
2	**Fase inicial**	**16,33 días**	**mié 21/09/16**	**jue 13/10/16**	
3	Inventari dels servidors	0,33 días	mié 21/09/16	mié 21/09/16	
4	Recollida de dades de Càrrega	14 días	mié 21/09/16	mar 11/10/16	3
5	Analisi de la càrrega	2 días	mar 11/10/16	jue 13/10/16	4
6	**Fase de Planificació**	**4,5 días**	**jue 13/10/16**	**mié 19/10/16**	
7	Definició de l'arquitectura	1 día	jue 13/10/16	vie 14/10/16	5
8	Calcul de pressupost i recursos	1 día	vie 14/10/16	lun 17/10/16	7
9	Definició del Calendari	0,5 días	lun 17/10/16	lun 17/10/16	8
10	Definició dels Riscos	1 día	lun 17/10/16	mar 18/10/16	9
11	Inventari i auditoria Prèvia a la migració	0,5 días	mar 18/10/16	mié 19/10/16	10
12	Pla de migració	0,5 días	mié 19/10/16	mié 19/10/16	11
13	**Fase d'execució**	**51 días**	**mié 19/10/16**	**jue 29/12/16**	
14	Adquisició de material necessari	7 días	mié 19/10/16	vie 28/10/16	12
15	Enracat de tota l'infraestructura	1 día	vie 28/10/16	lun 31/10/16	14
16	Implementació infraestructura Xarxa	1 día	lun 31/10/16	mar 01/11/16	15
17	Implementació Cabina ISCSI	6 días	mar 01/11/16	mié 09/11/16	16
18	Implementació dels Hipervisors	7 días	mié 09/11/16	vie 18/11/16	17
19	Implementació de la consola	2 días	vie 18/11/16	mar 22/11/16	18
20	Implementació del sistema de copies de segure	3 días	mar 22/11/16	vie 25/11/16	19
21	Configuració i proves HA	2 días	vie 25/11/16	mar 29/11/16	20
22	Proves d'acceptació per usuaris i operacions	5 días	mar 29/11/16	mar 06/12/16	21
23	Migració de servidors físics a virtuals	10 días	mar 06/12/16	mar 20/12/16	22
24	Documentació del projecte	3 días	mar 20/12/16	vie 23/12/16	23
25	Formació	2 días	vie 23/12/16	mar 27/12/16	24
26	Desmantellament antiga infraestructura	2 días	mar 27/12/16	jue 29/12/16	25
27	**Fase de Control**	**41 días**	**lun 31/10/16**	**lun 26/12/16**	
28	Cicle de Control 1	1 día	lun 31/10/16	lun 31/10/16	
29	Cicle de Control 2	1 día	lun 07/11/16	lun 07/11/16	
30	Cicle de Control 3	1 día	lun 14/11/16	lun 14/11/16	
31	Cicle de Control 4	1 día	lun 21/11/16	lun 21/11/16	
32	Cicle de Control 5	1 día	lun 28/11/16	lun 28/11/16	
33	Cicle de Control 6	1 día	lun 05/12/16	lun 05/12/16	
34	Cicle de Control 7	1 día	lun 12/12/16	lun 12/12/16	
35	Cicle de Control 8	1 día	lun 19/12/16	lun 19/12/16	
36	Cicle de Control 9	1 día	lun 26/12/16	lun 26/12/16	
37	**Fase de Tancament**	**3 días**	**jue 29/12/16**	**mar 03/01/17**	
38	Definició del cicle de gestió del sistema	2 días	jue 29/12/16	lun 02/01/17	26
39	Entrega	1 día	lun 02/01/17	mar 03/01/17	38

Figura 18. Diagrama de Gannt planificació projecte.

[39] http://www.vmware.com/help/legal.html
[40] https://www.microsoft.com/en-us/Licensing/product-licensing/products.aspx

Tasca		Actors	Durada
Fase Inicial	Inventari dels servidors físics	CAP, SEN, JUN	0,33 d
	Recollida de dades de carrega de treball	SEN	14 d
	Analitzar la carrega actual dels servidors físics	CAP, SEN	2 d
Fase de Planificació	Definició de l'arquitectura	CAP, SEN	1 d
	Calcul de pressupost i recursos necessaris	CAP	1 d
	Definició del calendari	DIR, CAP	0,5 d
	Definició dels Riscos	DIR, CAP	1 d
	Inventari i Auditoria dels sistemes a migrar	CAP, SEN	0,5 d
	Pla de migració	CAP, SEN	0,5 d
Fase d'Execució	Adquisició del material necessari	CAP	7 d
	Muntatge del maquinari	JUN	1 d
	Implementació de infraestructura de xarxa	COM	1 d
	Implementació de la Cabina iSCSI	SEN	6 d
	Implementació dels hipervisors Implementació de la Consola d'administració	SEN	9 d
	Implementació del sistema de Copies	SEN	3 d
	Configuració i proves HA	SEN	2 d
	Proves d'acceptació d'usuari i d'operacions	CAP,SEN,JUN,USU	5 d
	Migració de servidors físics a virtuals	SEN, JUN	10 d
	Documentació del projecte	CAP, SEN	3 d
	Formació	CAP, SEN, JUN, EXPL	2 d
	Desmantellament antiga infraestructura	JUN	2 d
Fase de control (setmanalment fins al tancament del projecte)	Control del calendari	CAP	1 d
	Control dels riscos	CAP	
	Control de les Finances	CAP	
	Control de la qualitat. Monitorització i informes	CAP, SEN	
Tancament del Projecte	Planificació del manteniment, suport i administració (Cicle de gestió del sistema)	CAP, SEN, JUN	2 d
	Entrega	DIR, CAP	1 d

Taula 10. Tasques del projecte

3.3.2 Inventari i auditoria prèvia a la migració

La realització d'una auditoria prèvia te l'objectiu de proporcionar un registre de l'informació dels servidors necessària per les tasques posteriors.
Aquest registre inclourà com a mínim les credencials d'administrador del sistema, especificacions de maquinari, proveïdor i model, CPU, RAM, dispositius connectats, configuració (tant de xarxa, adreces IP reserves al DNS en base a la MAC), unitats de disc i mida, localització física, serveis que proporciona, dependències d'altres servidors.
Es revisaran les llicencies del programari instal·lats als servidors, observant especialment les restriccions que aquestes puguin aplicar en funció del numero de processadors, quantitat de memòria o d'altres, com pot ser el cas dels sistemes operatius o els SGBD.
També s'auditarà el mètode de copia de seguretat emprat actualment, i el programari que s'haurà de desinstal·lar un cop virtualitzat, controladors o sistemes d'administració específics del fabricant.

Grup	Estat	Nom	Serveis	CPU sockets x cores	RAM	HDD	IOPS	LUN Grup
1	Producció	AT_FITXERS01	Fitxers	1 x 2	16 Gb	2 Tb	80	LUN_1-1
1	Producció	AT_SHARE01	Sharepoint	1 x 2	2 Gb	500 Gb	60	LUN_1-2
1	Producció	AT_CORREU01	Exchange	1 x 2	8 Gb	1 Tb	40	LUN_1-3
1	Producció	AT_TS01	Terminal Server	2 x 2	16 Gb	100 Gb	20	LUN_1-4
1	Producció	AT_DOMINIDC1	DC	1 x 2	1 Gb	50 Gb	10	LUN_1-5
Totals grup 1				**12 cores**	**43 Gb**	**3650 Gb**	**210 IOPS**	
2	Producció	AT_BBDD02	SQL Server	1 x 4	8 Gb	500 Gb	90	LUN_2-1
2	Producció	AT_BBDD01	Oracle	1 x 2	4 Gb	500 Gb	80	LUN_2-2
2	Producció	AT_APP01	Frontend	1 x 2	8 Gb	100 Gb	20	LUN_2-3
2	Producció	AT_APP02	Backend	1 x 2	2 Gb	200 Gb	15	LUN_2-3
Totals grup 2				**10 cores**	**22 Gb**	**1300 Gb**	**205 IOPS**	
3	Producció	AT_MCAFEE01	Antivirus	1 x1	1 Gb	50 Gb	15	LUN_3-1
3	Producció	AT_PROXY01	Servidor Proxy	1 x 2	2 Gb	20 Gb	50	LUN_3-1
3	Producció	AT_ITSUPPO01	Monitorització	1 x1	1 Gb	30 Gb	5	LUN_3-2
3	Producció	AT_ITSUPPO02	Backups	1 x1	1 Gb	30 Gb	50	LUN_3-2
3	Obsolets	CG_SERVER01	Antic app caixa2	1 x1	1 Gb	30 Gb	15	LUN_3-3
3	Obsolets	CC_SERVER01	Antic app caixa3	1 x1	1 Gb	10 Gb	15	LUN_3-3
3	Obsolets	CI_SERVER01	Antic app caixa4	1 x1	1 Gb	20 Gb	15	LUN_3-3
Totals grup 3				**8 cores**	**8 Gb**	**190 Gb**	**115 IOPS**	
Totals				**30 cores**	**73 Gb**	**5.2 Tb**	**530 IOPS**	**11 LUNS**

Taula 11. Inventari dels servidors i recursos

3.3.3 Pla de migració

S'establirà una planificació prèvia, on consti per cada màquina les finestres d'intervenció disponibles per cada una, la durada esperada de la migració, contactes tant de personal de suport extern com dels usuaris encarregats de validar el sistema, una llista de control personalitzada amb totes les peculiaritats detectades a l'auditoria, un pla de proves i verificació d'aquestes, així com un pla de proves dedicades a mesurar el rendiment o la connectivitat. L'ordre de migració serà de les menys a més criticitat.
Respecte a l'emmagatzematge, cal tenir en compte les carregues en disc que realitzen les maquines a l'hora de separar la carrega per les LUNs que definides a la cabina.
També cal incloure detalls dels canvis necessaris durant la migració: Per exemple, es molt probable que es perdi la configuració dels adaptadors de xarxa al fer el canvi dels adaptadors físics als virtuals. Aquest pla de canvis contindrà l'afinitat amb altres maquines (com per exemple el cas del servidor web que depèn del de base de dades pel seu correcte funcionament), nous dimensionaments de disc, xarxes connectades, ampliació de memòria o numero de processadors, etc.

3.4 Fase d'execució

3.4.1 Adquisició del material

Supervisor: Direcció d'informàtica.
Responsables: Cap de sistemes, departament d'Administració.
Objectiu: Adquisició de tot el material necessari per l'inici del projecte.
Resultat: Material disponible a les oficines de la companyia.
Durada: Una setmana (temps d'entrega estimat pels proveïdors)
Descripció de tasques a realitzar:
Com a pas previ a l'adquisició de qualsevol element de maquinari, es comprovarà tant la compatibilitat total d'aquests amb el programari de l'hipervisor[41], del de salvaguardes[42] i del NAS[43], tant com per garantir una perfecta integració entre ells com del suport dels fabricants.

Segons la planificació prèvia, Direcció aprova l'adquisició del següent material comprovant que s'ajusta al pressupost anual del departament d'informàtica.
El proveïdor respecta el pressupost que proporcionat a la fase inicial del projecte, i el material necessari pel desenvolupament de projecte es detalla a la taula 12.

[41] http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php
[42] https://www.veeam.com/es/system-requirements.html
[43] https://www.synology.com/es-es/compatibility

Descripció	Imatge	Cost
3 Servidors marca HP, model DL380 G9, amb dos processadors Intel Xeon E5, amb 10 cores/cpu, 64Gb de RAM, dos discos durs SSD 250Gb pel Sistema Operatiu, dos fonts d'alimentació redundant i contracte de manteniment amb el fabricant per tres anys.		20.043,00 €
2 Servidors NAS marca Synology Model RackStation RS3614RPxs amb capacitat màxima de 72Tb, amb 4Gb de RAM, 4 ports 1Gb i 4 ports 10Gb, set discos Hitachi NAS 4Tb i un disc SSD Samsung pro 250Gb. Contracte de manteniment per 5 anys inclòs		7.863,24 €
2 Concentradors Marca Netgear model prosafe, amb 8 ports de 10Gb, cable SFP+ per connectar-los Contracte de manteniment de 3 anys.		1.617,62€
1 Servidor HP DL 360 G7, Processador Xeon quad core, 16Gb RAM 1 Unitat LTO-6 (Per funcions de consola d'administració i copies de seguretat, amortitzats de l'actual instal·lació)		0 €
2 SAIS APC 5000 VA, 230, muntatatge en *rack*. 1 hora de servei d'autonomia, calculant la carrega total de l'instalació aproximadament 4KW. Revisats, amb garantia i amortitzats de l'actual instal·lació.		0 €
1 Llicencia *VMware vSphere 6 Essentials plus kit* per tres servidors, amb un màxim de dos processadors físics per màquina.		3.525,00 €
3 Llicencies Programari salvaguarda *Veeam Backup Essentials Standard v9* per 2 processadors físics		2.400,00 €
Total s/IVA		**35.448,86 €**

Taula 12. Material adquirit

El temps d'entrega compromès es d'una setmana, tal com es reflecteix a la planificació.

Com a pas previ a la configuració de qualsevol dispositiu, i amb l'objectiu de comprovar que les maquines arranquen, es procedirà a instal·lar els servidors, les cabines de discos il'infraestructurade xarxa al armari de comunicacions. Donat que tots els dispositius disposen de fonts d'alimentació redundant, i es disposa de dos SAI's independents, es connectarà una connexió a cada SAI per evitar que un tall de servei d'un d'ells afecti a tota l'instal·lació, i permetre fer actuacions de manteniment sobre aquests dispositius sense que afectin als sistemes.

3.4.2 Tasques

Enracat de tota l'infraestructura

Supervisor: Tècnic Sènior de Sistemes
Responsables: Tècnic Júnior de Sistemes
Objectiu: Muntatge de tota l'infrastructura
Resultat: Infraestructura muntada, connectada i comprovada. preparada per la fase de configuració.
Durada: 1 dia
Descripció de tasques a realitzar: Seguint instruccions de l'enginyer i amb el seu suport, el tècnic júnior procedirà al desembalatge i muntatge a l'armari de tots els elements del projecte, tant dels nous com els que es re-aprofitaran de l'antiga infraestructura, tal com es mostra a la figura 19. Es començarà pel muntatge i comprovació dels dos SAIs a la part inferior de l'armari al tractar-se d'elements molt pesants i per facilitar l'extracció i el seu manteniment. Es continuarà instal·lant les guies de suport dels servidors i aquests. L'unitat de cintes i les safates del monitor, el teclat i el commutador per controlar tots els dispositius es troben a una alçada que facilita el seu us. A la part superior s'instal·laran les cabines de discos i l'electrònica de xarxa. Es connectarà cada font d'alimentació redundant de cada element a un dels dos SAI's, en previsió que una fallida o aturada per manteniment d'aquests no afecti a l'instal·lació i es realitzaran totes les connexions de xarxa, emprant cablejat de categoria 6A que suporti els 10Gbps de l'infraestructura de xarxa.

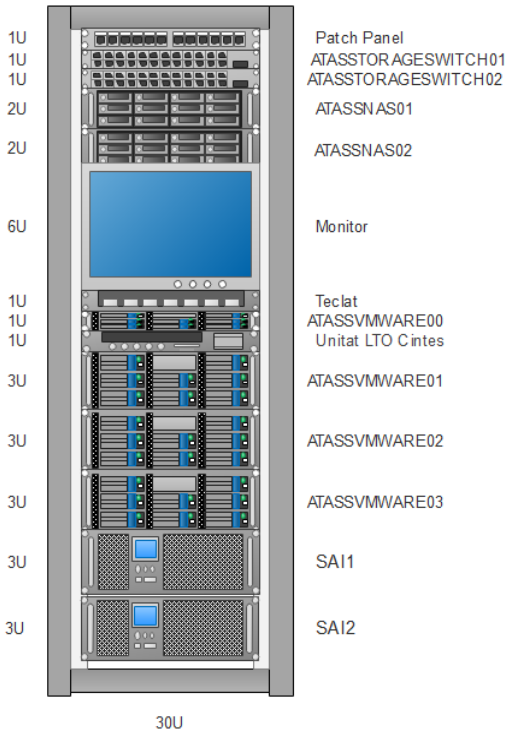

Figura 19. Distribució del maquinari a l'armari *rack*

Com a últim pas, s'encendran tots els dispositius i es realitzaran proves per tal de verificar que tant les fonts d'alimentació redundants dels equips com els SAIs funcionen correctament i detectar possibles fallides de maquinari prèviament a l'execució de les següents tasques.

<u>Instal·lació de l'infraestructura de Xarxa</u>

Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Tècnic de Comunicacions
Objectiu: Configuració de l'infraestructura de xarxa
Resultat: Elements d'electrònica de xarxa configurats, cablejat instal·lat i pentinat, i documentació de les configuració de xarxa a realitzar a tots els dispositius als següents passos.
Durada: 1 dia
Descripció de tasques a realitzar:
Hi han dues xarxes ben diferenciades que empra l'infraestructura:

- La xarxa de servidors, connectada als hipervisors i la emprada per oferir serveis als usuaris. En cas que la instal·lació donés suport a maquines virtuals amb connectivitat amb altres xarxes, com per exemple una DMZ, seria necessari aprovisionar aquestes connexions a tots els hipervisors. En el cas que ens ocupa, totes les màquines virtuals empren una única xarxa, i es connectaran dos ports de 1Gb de cada servidor a un dels dos commutadors de la xarxa, i seran configurades més tard en mode *port*

trunking, per tal de mitigar la possible caiguda d'un dels dos commutadors de la xarxa interna.

- La xarxa d'emmagatzematge, formada pels dos commutadors de 10Gb de coure. L'ús d'aquesta tecnologia permet estalviar costos, ja que es capaç de proporcionar aquesta velocitat amb cablejat de categoria 6A, tal com especifica l'especificació ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10.[44]

Per mantenir una connexió constant entre els servidors i l'emmagatzematge, VMware ESXi suporta una tècnica anomenada *multipathing*, que gestiona un o més camins físics per transferir dades entre ells. En cas de fallida de qualsevol element de la xarxa de SAN, com un adaptador de xarxa, un cable o un *switch*, ESXi pot commutar el tràfic via altre camí que no faci us de l'element fallit. Aquest procés s'anomena *path failover.* Però mentre no es doni el cas d'una fallida d'aquest tipus, el sistema també proporciona balanceig de carrega, distribuint el tràfic entre les rutes físiques per reduir possibles colls d'ampolla.
Així doncs, per diferenciar els dos camins ca configurar els commutadors amb un adreçament de xarxa diferent i no com membres de la mateixa subxarxa. Es configurararan les següents xarxes, tal com es detalla a la figura 19, aïllades de la xarxa corporativa:

- Xarxa STORAGE01: 192.168.101.0/24
    - SWSTORAGE01 (Porta d'enllaç): 192.168.101.254
    - NAS01: 192.168.101.1
    - NAS02: 192.168.101.2
    - Consola/*Backups*: 192.168.101.10
    - Hipervisors: 192.168.101.11, 192.168.101.12, 192.168.101.13
- Xarxa STORAGE02: 192.168.102.0/24
    - SWSTORAGE01 (Porta d'enllaç): 192.168.102.254
    - NAS01: 192.168.102.1
    - NAS02: 192.168.102.2
    - Consola/*Backups*: 192.168.102.10
    - Hipervisors: 192.168.102.11, 192.168.102.12, 192.168.102.13

Al ser una xarxa completament aïllada de la LAN principal, i dedicada en exclusiva a tràfic iSCSI, l'us de "*Jumbo Frames*" es una bona decisió orientada a augmentar el rendiment.
L'estàndard IEEE 802.3, dissenyat per xarxes lentes, establia que el tràfic s'havia de dividir en petits paquets de 1500 bytes cada un. Amb les xarxes més rapides, com la de 10Gb que ens ocupa, es pot alterar la mida d'aquests paquets , des de la MTU (Unitat màxima de transferència) dels 1500 bytes originals fins a 9000 bytes. El fet d'augmentar la mida dels paquets ajudarà a reduir els cicles de

[44] http://www.ieee802.org/3/an/public/nov04/TR42.7-04-12-148-Adden10_d11.pdf

processador (s'han d'efectuar menys operacions de CRC i una reducció de les interrupcions a l'entorn virtual) i augmentar el rendiment de les transferències.
El requisit més important pel correcte funcionament dels *Jumbo Frames* es que totes les targes de xarxa com els commutadors i la resta de dispositius siguin compatibles amb aquesta funcionalitat, ja que en cas contrari o les transmissions es reconfiguraran a MTU 1500 o poden donar errors de comunicacions.

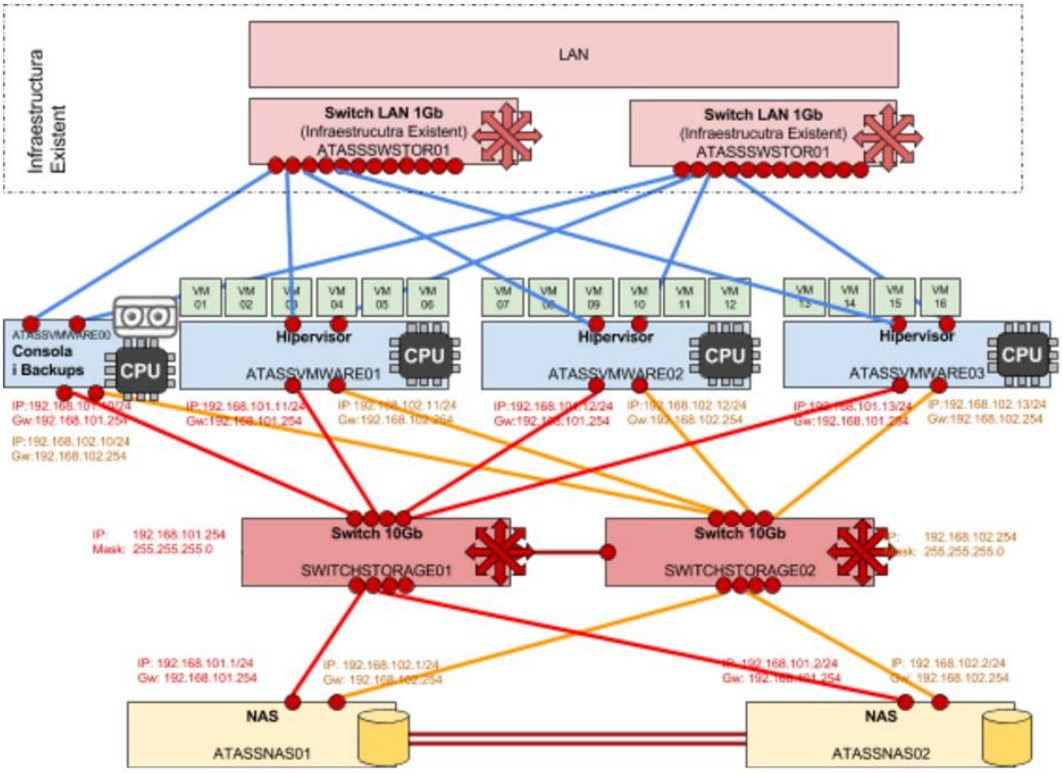

Figura 20. Esquema de configuració de Xarxa

Configuració de l'infraestructura d'emmagatzematge

Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Tècnic Sènior de Sistemes
Objectiu: Configurar completament les cabines i els serveis que donen suport.
Resultat: RAIDs, LUNS i Targets iSCSI configurats, cabines en HA i llestes per connectar als hipervisors.
Durada: 6 dies
Descripció de tasques a realitzar:
Segons l'anàlisi previ de bones practiques a la configuració del NAS, les tasques a efectuar seran:

- Configurar un grup RAID 10, amb una capacitat de 12Tb i dividir-lo en tres volums, dedicats als tres grup de servidors. En un futur seria fàcilment ampliable afegint nous discos, de dos en dos del mateix valor als dos NAS alhora.

- Definir 11 LUNS i els seus corresponents *Targets iSCSI* que empraran els hipervisors per connectar-los, agrupant els servidors per grups de consum, tal com indica la taula 11, “Inventari dels servidors i recursos”. L’objectiu es evitar la saturació del disc, i aïllar les VM’s per evitar les interferències degudes a carregues de treball. Durant la configuració dels *targets* , cal indicar que aquests es poden iniciar per més d’un dispositiu, requisit imprescindible per compartir-los entre els hosts i configurar la HA.
- Configurar un disc a cada NAS com a *Hot Spare* o disc de reserva. Aquest romandrà inactiu fins que un dels discos actius tingui una fallida, moment en el que de forma automàtica es reconstruirà el RAID reemplaçant al disc avariat.
- Configurar un cau d’escriptura i lectura emprant els discos SSD, per tal d’augmentar la velocitat de resposta de la NAS.
- Configurar els adaptadors de xarxa, i la connexió de *heartbeat*, amb l’adreça, amb l’adreçament especificat a la Figura 19. Esquema de configuració de Xarxa.
- Configurar les dues NAS formant un clúster actiu - passiu.
- Realitzar un joc de proves per tal de verificar el correcte funcionament de l’alta disponibilitat i el correcte funcionament de la NAS.

Configuració dels hipervisors VMware i de la consola vCenter

Supervisor: Cap de sistemes

Responsables: Tècnic Sènior de Sistemes

Objectiu: Instal·lar i configurar tant el sistema operatiu dels hipervisors com la consola de gestió al servidor d’administració, configuració dels adaptadors de xarxa virtuals, connexió amb el NAS i les LUN’s configurades.

Resultat: Infraestructura preparada per configurar-la en alta disponibilitat.

Durada: 9 dies

Descripció de tasques a realitzar:

Donat que la verificació dels requeriments de maquinari del ESXi es va realitzar com a pas previ a la seva adquisició, es pot iniciar el procés d’instal·lació. Es configuraran els discos locals del servidors, on residirà el sistema operatiu en RAID 1, i cal comprovar que el mode NX/DX (requeriment de l’hipervisor) i Intel VT-x (per admetre VM’s de 64 bits) estan habilitats a la BIOS del servidor.

L’interacció per tal de configurar els servidors es pot fer tant emprant el monitor i el teclat connectats físicament com a través de la consola d’administració remota que ofereixen els principals fabricants. En el cas de HP, aquesta s’anomena ILO, i a través d’una adreça IP configurada a la BIOS es capaç de realitzar operacions com apagar/iniciar el servidor o prendre el control de la maquina de forma remota. Es configurarà aquesta opció per tal de facilitar el manteniment remot en el futur. D’altra banda, amb l’objectiu d’evitar problemes coneguts pels fabricants, cal revisar que les versions de *firmware* de tots els dispositius (BIOS del servidor, targes controladores de xarxa i disc, discos durs, etc.) estiguin actualitzades abans d’iniciar l’instal·lació.

S'obtindrà del fabricant una copia de l'instal·lador del ESXi personalitzada pel maquinari HP, que inclou els controladors necessaris i està optimitzada pel maquinari del projecte. Estan disponibles tant instal·ladors personalitzatzats per altres fabricants com versions genèriques. Al tractar-se d'una infraestructura reduïda, s'optarà per una instal·lació interactiva, però existeix la possibilitat d'automatitzar-la amb *scripts*.

Durant l'instal·lació, realitzada amb DVD o Unitat *flash* USB s'assignaran els noms de màquina (ATASSVMWARExx) i les adreces IP de la xarxa interna, per disposar de connectivitat entre elles i la consola vCenter.

Com a opcions addicionals, s'habilitarà l'accés via ESXi shell i SSH als hipervisors, es reenviaran els registres del sistema cap al servidor de *syslog*, resident a la maquina de monitorització, i es deshabilitarà la compatibilitat amb caràcters no ASCII als noms de fitxer, per evitar problemes de compatibilitat amb el programari de salvaguardes.

Un cop configurats els hipervisors, es configurarà el programari d'administració centralitzada d'aquests, *vCenter*. Encara que existeix la possibilitat de configurar-lo en una maquina virtual amb un *appliance* que proporciona el propi fabricant i l'estalvi d'una llicencia de Windows, en aquest projecte romandrà a un servidor físic amb Windows 2012 per reduir dependències en cas de fallida dels hipervisors. Aquest pot emmagatzemar l'informació a una base de dades Oracle o SQL, o bé instal·lar localment un SQL Express, lliure de llicencies i suficient per cobrir les necessitats d'una instal·lació reduïda.

Caldrà registrar la llicencia que proporcionada pel proveïdor, i que habilita les funcionalitats necessàries, assignar permisos d'administrador als tècnics i realitzar proves de connectivitat tant des de el client web com la *GUI* del vSphere Client.

Un cop operatiu el vCenter, els següents passos seran la configuració de tots els *switchs* virtuals, adaptadors de xarxa, respectant l'adreçament assignat a la figura 20 i per últim afegir l'adaptador iniciador iSCSI a cada hipervisor, per descobrir ja sigui dinàmica o estàticament els *targets* iSCSI que permetran connectar totes les LUNS de la cabina de discos.

Per últim, s'instal·larà al vCenter un mòdul proporcionat pel fabricant del SAI[45], responsable d'aturar de forma controlada tota l'infraestructura en cas de caigudes de tensió de llarga durada, i dos *plugins* mes de la NAS, un per facilitar la gestió dels *Snapshots*[46] i altre per gestionar la replicació[47] de les LUNS des de la pròpia consola vCenter.

Per tal de continuar amb les proves, s'aprovisionarà una maquina virtual hostatjada a la LUN de les maquines discontinuades, amb propòsits de proves.

---

[45] http://www.apc.com/shop/us/en/products/PowerChute-Network-Shutdown-v4-2-for-Virtualization/P-SFPCNS42-V

[46] https://www.synology.com/es-es/releaseNote/VMwarePlugin

[47] https://www.synology.com/es-es/releaseNote/VMwareSRA

Configuració i proves d'alta disponibilitat

Supervisor: Cap de sistemes

Responsables: Tècnic Sènior de Sistemes

Objectiu: Finalitzar l'instal·lació dels hipervisors i les NAS, configurant l'alta disponibilitat i simular fallides dels diferents

Resultat: Infraestructura configurada i provada per treballar en HA, llesta per la fase de consolidació.

Durada: 2 dies

Descripció de tasques a realitzar:

La alta disponibilitat que proporciona VMware està formada per tres principals components, amb diferents rols:

- FDM *Fault Domain Manager,* es responsable de la comunicació i propagació d'informació sobre l'estat dels recursos i les VM's entre els nodes de clúster, i de gestionar els reinicis de les VM's en cas de fallida de l'hipervisor
- Agent *Hostd* , encarregat de la comunicació entre *hostd* i el vCenter. Si aquest agent pateix un problema, les funcionalitats de HA deixen d'estar operatives.
- vCenter Server, emprat per desplegar i configurar els agents FDM al clúster. També gestiona el procés d'elecció del màster. Si pateix una fallida els serveis d'alta disponibilitat continuen operatius.

Els requeriments per configurar VMware HA son:

- Una llicencia adequada, com vSphere *Essentials Plus* o superior.
- Emmagatzematge compartit, com el que proporcionen les dues NAS.
- Compatibilitat a nivell de maquinari entre els hipervisors. La situació ideal serà que disposar de maquines exactament iguals, amb els mateixos processadors i memòria física.
- Configurar adequadament els adaptadors de xarxa. Per garantir la redundància, cada un dels hosts ha de disposar com a mínim de dos targes per cada xarxa: la de gestió, la de vMotion (que en aquest cas serà la xarxa de 10Gb) i la xarxa de les VM.

Per configurar el clúster seguirem el passos amb l'vCenter:

- Crear un *datacenter*, i un nou clúster dintre d'aquest.
- Activar la HA. Existeix altra funcionalitat, no disponible amb la llicencia adquirida en aquest cas, anomenada DRS, que balanceja les maquines automàticament segons la seva carrega de treball.
- Afegir els tres hipervisors al clúster, proporcionant les seves credencials de *root* i acceptant els seus certificats.
- Assignar la llicencia a les maquines.
- Activar la funcionalitat *admission control*, encarregada de d'assegurar la reserva de recursos per una VM, i la de *Host Monitoring*, que comprova si l'estat de cada host i reinicia les VM a un altre hipervisor en cas de fallida, i *VM Monitoring*, encarregat de reiniciar una VM en cas de no resposta. Existeix altra funcionalitat, anomenada *Application Monitoring*, que

supervisa l'estat de serveis (com SQL, IIS, Tomcat, etc) i reinicia la maquina en cas de fallida.

Respecte a al pla de proves de l'infraestructura, cal validar com a mínim:

- VMware vMotion, amb la VM de proves executant accessos a disc i memòria, per exemple executant una eina de rendiment de disc[48], es migrarà manualment entre els tres hipervisors. Es controlarà tant els temps de resposta de la migració com el rendiment de la VM, executant un mínim de cinc cops l'operació per determinar la mitjana.
- VMware HA, es desconnectaran tots els punts de xarxa del hipervisor que executa la VM, per simular una caiguda d'aquest. La VM s'haurà de balancejar a altre host. Es mesuraran els temps que la VM triga a estar operativa i es repetirà el procés amb tots els hipervisors
- *Distributed Resource Scheduler*, DRS. Tal com s'ha apuntat, aquesta prova no aplica a la instal·lació que ens ocupa, les proves consistirien en forçar la carrega d'un grup de VM's per observar el seu comportament segons el perfil d'agressivitat seleccionat i l'equilibri final a l'ús de CPU entre els hipervisors.

Proves de consolidació

Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Tècnic Sènior de Sistemes, Tècnic Junior de Sistemes, Usuaris
Objectiu: Certificar l'estabilitat de la nova infraestructura
Resultat: Plataforma certificada i llesta iniciar la consolidació.
Durada: 5 dies
Descripció de tasques a realitzar:
En algunes circumstàncies, pot ser més útil fer una migració prèvia, amb les aplicacions instal·lades i configurades, i les dades migrades per més tard només fer una actualització de les dades. Això és especialment útil amb servidors com base de dades, o servidors de directori actiu. El principal inconvenient és que el nom de màquina i el seu adreçament de xarxa ha de variar per no provocar conflictes amb les maquines en producció, però com avantatge que permetrà realitzar bateries de proves i comprovar el rendiment o les modificacions necessàries prèviament a la consolidació.
L'objectiu del pla de proves es quantificar el rendiment de tota l'infraestructura i confirmar l'estabilitat d'aquesta. Amb les maquines que donen suport a les aplicacions més prioritàries de l'organització, com ara el servidor de fitxers, base de dades i aplicació web, s'executaran jocs de proves simulant 20, 50, 100 (els reals), 200 i 300 usuaris concurrents, i es mesuraran els temps de resposta de les peticions i el processador i memòria emprades per la maquina. Per les proves de

[48] http://hdtune.com/

l'aplicació web es poden emprar aplicacions o*pen Source* com Grinder[49], Gatling[50] o Apache JMeter[51], per les bases de dades es poden emprar eines com HammerDB[52] o DbFit[53], i pel servidor de fitxers l'eina FSCT[54] proporcionada per Microsoft.

Configuració de copies de seguretat

Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Tècnic Sènior de Sistemes
Objectiu: Configurar el programari de copies de seguretat
Resultat: Programari de copies de seguretat operatiu, tasques configurades i proves realitzades.
Durada: 3 dies
Descripció de tasques a realitzar:
A ATASSVMWARE00, el mateix servidor on resideix la consola vCenter d'administració i que té connectada la unitat LTO6 externa per SAS, s'instal·larà el programari *"Veeam Backup & Replication*". Un requeriment d'aquest es l'ús d'una base de dades SQL Express, com ja es disposa d'una instal·lada per vCenter es crearà una nova instància, anomenada "VeeamBackup" per aïllar-ne les dades.
Un cop finalitzada l'instal·lació s'afegirà el servidor vCenter, que en aquest cas serà *localhost* i les credencials d'administrador. Es configurarà un repositori temporal, i l'unitat LTO. A continuació es definiran les tasques, salvaguardant les maquines en producció cada nit després d'un dia laborable, i les obsoletes que no tenen modificació de dades mensualment. Per realitzar la copia, el programari força un *snapshot* de la maquina i salvaguarda aquesta versió en calent, sense interrompre la seva execució.
Es finalitzarà aquesta tasca amb un pla de proves, forçant salvaguardes de les VM's de prova migrades i es forçaran tasques de recuperació, tant complertes com parcials, d'un disc en concret, i de la configuració de la maquina, tant des de l'unitat de cinta com del repositori temporal al disc dur.

Consolidació dels sistemes

Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Tècnic Sènior de Sistemes, Tècnic Júnior de Sistemes
Objectiu: Migració de les maquines físiques al nou entorn virtual.
Resultat: Totes les maquines virtualitzades i infraestructura en producció.

---

[49] http://grinder.sourceforge.net/
[50] http://gatling.io
[51] http://jmeter.apache.org/
[52] http://www.hammerdb.com/
[53] http://dbfit.github.io/dbfit/
[54] https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=27284

Durada: 10 dies
Descripció de tasques a realitzar:
VMware proporciona l'eina *vConverter*, capaç de realitzar la conversió de màquines físiques en virtuals tant en fred com en calent. El procés es molt senzill: cal introduir les dades del servidor físic d'origen i les credencials de connexió, després el format de destí, nom de la màquina virtual i l'ubicació de les dades a la cabina, i per últim crear la maquina destí i configurar-la. Aquesta eina pren una instantània si el Sistema Operatiu remot ho permet, i treballa amb aquesta per evitar temps d'inactivitat del sistema.
Quan la maquina física no està executant el seu sistema operatiu, es pot realitzar una clonació en fred, amb la qual es reinicia el servidor amb un CD que conté una versió de Windows per arrancar anomenada WinPE i que inclou l'agent de conversió de VMware. Al contrari que la clonació en calent, no deixa rastre al sistema original.
Altre possibilitat es restaurar a partir de les copies de seguretat Backup Exec, Acronis, Ghost o d'altres d'una copia de seguretat del servidor origen.

En aquest cas, caldrà executar la migració amb *vConverter* segons les finestres d'intervenció previstes al pla de migració. En cas de superar la finestra, es consultarà amb el responsable de sistemes si es factible allargar l'intervenció o cal fer una marxa enrere i tornar a deixar operativa la maquina física.

Com a passos previs a la migració, es comprovaran els registres d'esdeveniments a la maquina origen i es resoldran possibles falles, es farà una copia de seguretat, es desactivarà l'antivirus i el tallafocs si s'escau, es baixaran els serveis, es purgaran fitxers temporals o no necessaris per tal de reduir la mida de la copia i es desfragmentaran les unitats.

Un cop realitzada la migració, s'actualitzaran les reserves DHCP o es reconfiguraran les adreces IP als nous adaptadors per tal de verificar les connectivitats de xarxa, s'instal·laran les eines de VMware, s'actualitzaran els controladors, s'eliminaran aplicacions, controladors o serveis no necessaris, es comprovaran els registres d'esdeveniments, es realitzaran les proves de funcionalitat, s'actualitzarà la documentació i s'esperarà el vist i plau per part dels usuaris dels serveis.
Com a pas posterior, es verificarà que cada màquina es administrable des de la consola *vCenter* i que la tasca de salvaguarda a Veeam es operativa, realitzant una primera copia a cinta que es conservarà.

Documentació
Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Cap de sistemes, Tècnic Sènior de Sistemes
Objectiu: Documentació de tot el projecte generada

Resultat: Documentació del totes les fases del projecte disponible per la futura consulta interna com de tercers.
Durada: 3 dies
Descripció de tasques a realitzar: Els actors que han intervingut al projecte documentaran tant els requeriments, calendaris i tasques realitzades, reunions de seguiment i control, verificació etc, com els documents tècnics d'implementació, manuals d'instal·lació, d'ús, etc.

Formació

Supervisor: Cap de sistemes
Responsables: Cap de sistemes, Tècnic Sènior de Sistemes, Tècnic Júnior de Sistemes, tot el departament d'Explotació Informàtica.
Objectiu: Formar al actors encarregats del manteniment de la plataforma
Resultat: Personal del departament de sistemes capacitat per administrar la nova plataforma, i d'altres departaments amb coneixement de les possibilitats de la nova infraestructura.
Durada: 2 dies
Descripció de tasques a realitzar: S'impartirà formació en profunditat de tota l'infraestructura de la plataforma a tot el personal de sistemes per facilitar el seu manteniment, i una visió més generalista a la resta de departaments d'informàtica, per tal que coneguin les possibilitats de la plataforma, i l'aprofitin a l'hora de generar entorns de proves, *snapshots*, o qualsevol altre funcionalitat del seu interès.

Desmantellament de l'infraestructura antiga

Supervisor: Tècnic Sènior de Sistemes
Responsables: Tècnic Júnior de Sistemes
Objectiu: Desmantellar tota l'infraestructura obsoleta i vetllar per la seguretat de les dades.
Resultat: Desconnexió i de tots els servidors físics, i eliminació de les dades obsoletes
Durada: 2 dies
Descripció de tasques a realitzar:
Un cop realitzada la migració, cal desmantellar els servidors físics. Es desconnectaran de la xarxa els servidors físics tan bon punt estiguin migrats, però s'esperarà un temps prudencial després de la migració en previsió a una possible commutació per fallida de la migració a l'entorn virtual.
Un cop transcorregut temps suficient, es procedirà a eliminar les dades dels servidors i a emmagatzemar-los o reciclar-los.

3.5 Fase de seguiment i control del projecte

L'objectiu del seguiment i control del projecte es la vigilància de les activitats que es desenvolupen al voltant d'aquest, i evitar o detectar desviacions als costos i al calendari.

Com a responsable del projecte, el Cap de Sistemes haurà de dedicar tot el temps precís a controlar l'estat de cada una de les tasques, prendre decisions quan alguna pateixi retràs, analitzar-ne les causes per tal d'efectuar les correccions oportunes i no endarrerir l'execució.

Les activitats de seguiment i control es duran a terme doncs durant tota la vida del projecte.

3.5.1 Avaluació de riscos

Com a primer pas, es valoraren els riscos detectats que poden impedir que el projecte s'executi tal com està planificat, avaluant el seu impacte i les mesures per mitigar-lo. Una primera valoració d'aquests es reflexa a la Taula 13.

ID	Risc	Afecta a	Conseqüències	Probabi-litat	Impacte	Severi-tat
AG1	Interferències amb l'agenda del dia a dia	Agenda	L'agenda dels tècnics pel projecte pot interferir amb les seves tasques habituals	Possible	Menor	2
FO1	Formació dels tècnics insuficient	Habilitats	Una mala formació pot implicar problemes de seguretat o pèrdua de dades	Possible	Catas-tròfic	4
TE1	Hipervisors sobrecarregats	Riscos tècnics	Un us excessiu degut a un mal dimensionament afecta el rendiment del sistema	Possible	Major	4
TE2	Hipervisors Infrautilitzats	Riscos tècnics	Poc us degut a un mal dimensionament implica un cost més elevat del necessari	Improbable	Menor	2
TE3	Vulnerabilitats de Seguretat	Riscos tècnics	Els servidors virtuals no estan ben assegurats ni pegats son vulnerables a falles de seguretat.	Probable	Catas-tròfic	5
TE4	Fallida a Maquines Virtuals	Riscos tècnics	Maquina/es Virtual/s no disponibles afecten als usuaris	Possible	Catas-tròfic	4
TE5	Fallida a Servidor Físic o Hipervisor	Riscos tècnics	Pot implicar la pèrdua de molts entorns virtuals alhora	Improbable	Catas-tròfic	3
TE6	Sistemes incompatibles amb nou entorn	Riscos tècnics	Alguna de les maquines a migrar no funciona correctament amb el nou sistema	Molt Improbable	Menor	1
GE1	Mala estimació de pressupost	Gestió	Possibles pèrdues econòmiques i repercussió amb disminució de la qualitat, o de falta de llicencies	Improbable	Moderat	2
GE2	Mala estimació de la planificació	Gestió	No es finalitza a les dates estimades, provocant un augment dels recursos	Improbable	Insigni-ficant	1
GE3	Canvis a l'abast	Gestió	Canvis a l'abast o nous requeriments durant l'execució retarden el projecte	Possible	Moderat	3
GE4	Riscos de comunicació	Gestió	Els actors implicats no es comprometen amb el projecte	Possible	Major	4
GE5	Abandonamet	Gestió	Pèrdues econòmiques i frustració	Possible	Catas-tròfic	5

Taula 13. Riscos del projecte

Un cop assignades les probabilitats d'ocurrència i les qualificacions d'impacte per cada risc, es poden representar els riscos de forma visual a un mapa de calor[55] dels riscos segons la figura 21:

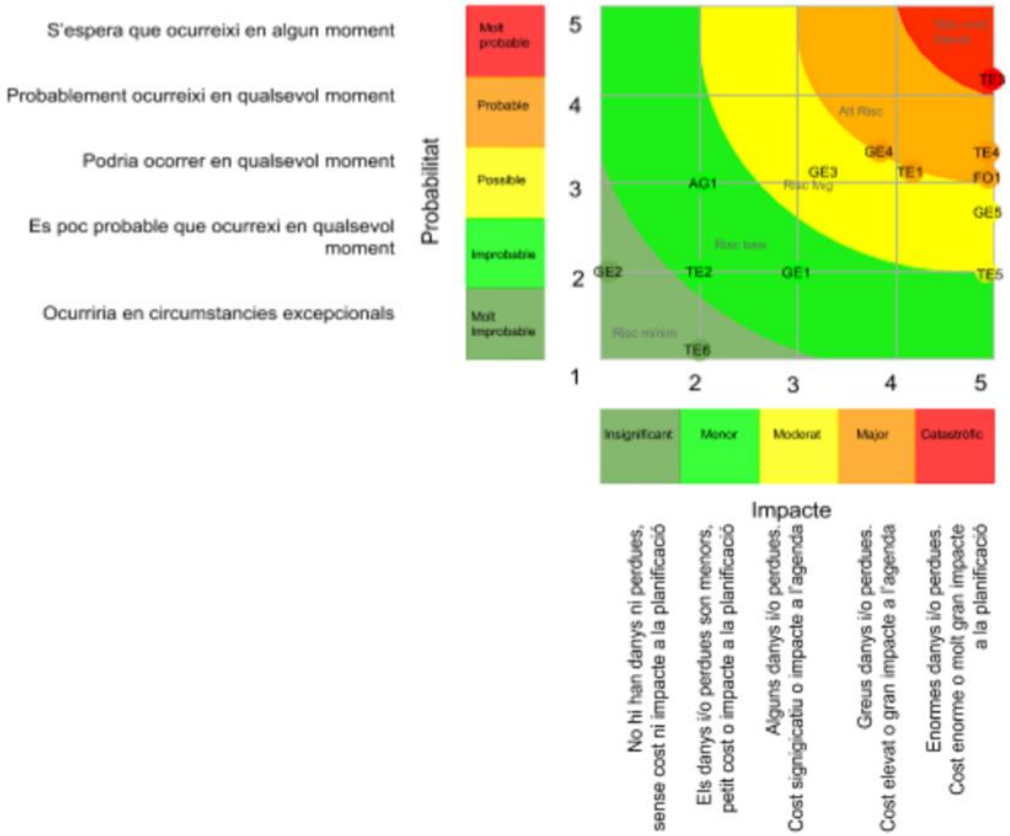

Figura 21. Matriu dels riscos del projecte

A la taula 14 es presenten els plans de resposta i de contingència, a més d'una valoració monetària aproximada del cost que suposaria cada risc.

[55] JORDAN, E. and SILCOCK, L., 2005. *Beating IT risks*. West Sussex, England: J. Wiley.

ID	Risc	(R) Pla de Resposta / (C) Pla de contingència / (VME) Valor Monetari Estimat
AG1	Interferències amb l'agenda del dia a dia	R: Fer un pla realista que contempli la carrega de treball dels tècnics i fer seguiment constant. C: Endarrerir algunes dates, afrontar possibles pèrdues. Prioritzar tasques. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,5 * 6.000€(200 hores tècnic) = **3.000€**
FO1	Formació dels tècnics insuficient	R: Mitigar el risc avaluant si cal ampliar la formació als tècnics, i fer-ho si s'escau. C: Avaluar amb proves externes quina formació requerim i fer-la. VME: 0,5 * 3.000€ (Curs oficial vSphere 6 per 2 persones) = **1.500€**
TE1	Hipervisors sobrecarregats	R: Mitigar el risc ampliant servidors físics addicionals al projecte. C: Balancejar part dels servidors afectats al servidor de reserva VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,5 * 7.331€ (Servidor + llicencia VMware) = **3.665€**
TE2	Hipervisors Infrautilitzats	R: Mitigar el risc dimensionant adequadament els servidors necessaris C: No hi ha pla de Contingència VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,3 * 7.331€ (Servidor + llicencia VMware) = **2.200€**
TE3	Vulnerabilitats de Seguretat	R: Mitigar el risc elaborant un pla integral amb tots els servidors i aplicacions i l'agenda per comprovar els pegats que s'han d'aplicar prèviament. C: Desconnectar de xarxes externes els servidors que es puguin veure compromesos, prioritzar l'instal·lació dels pegats, investigar si hi ha hagut una violació de seguretat. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,65 * 1.200€(40 hores feina tècnic) = **780€**
TE4	Fallida a Maquines Virtuals	R: Mitigar el risc garantint que els servidors físics continuen disponibles fins que els virtuals no estan en producció i les dades transferides correctament. C: Analitzar amb el suport tècnic de VMware i extreure conclusions, determinar si es necessària una nova migració o una reinstal·lació complerta. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,5 * 600€(20 hores feina tècnic) = **300€**
TE5	Fallida a Servidor Físic o Hipervisor	R: Mitigar el risc amb un pla de proves que confirmi que l'alta disponibilitat es operativa per tots els servidors, i verificar el pla de copies de seguretat. C: Balancejar servidors virtuals afectats a un altre node del clúster, determinar les causes i accions necessàries amb el proveïdor. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,3 * 7.331€ (Servidor + llicencia VMware) = **2.200€**
TE6	Sistemes incompatibles amb nou entorn	R: Mitigar el risc garantint que els servidors físics continuen disponibles fins que els virtuals no estan en producció i les dades transferides correctament. C: Analitzar amb el suport tècnic de VMware i extreure conclusions, determinar si es necessària una reinstal·lació complerta amb altre versió de SO Convidat. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,2 * 600€(20 hores feina tècnic) = **120€**
GE1	Mala estimació de pressupost	R: Fer una estimació prèvia realista i dur-hi un seguiment constant per evitar-ne les desviacions, considerar una provisió de fons al projecte, assegurar estoc i preus amb els proveïdors. C: Negociar amb la direcció , afrontar possibles pèrdues. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,3 * Dependrà de la magnitud de la desviació.
GE2	Mala estimació de la planificació	R: Fer un pla realista i dur-hi un seguiment constant per evitar-ne les desviacions. C: Endarrerir algunes dates, afrontar possibles pèrdues. VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,3 * 6.000€(200 hores tècnic) = **1.800€**
GE3	Canvis a l'abast	R: Fer una definició prèvia molt acurada on estiguin tots els *stakeholders* implicats C: Renegociar els nous requeriments amb els interessats, modificar la planificació i el pressupost. VME: 0,5 * Dependrà de la magnitud dels nous requeriments.
GE4	Riscos de comunicació	R: Definir un pla per informar i dur un seguiment setmanal sobre els interessats per mantenir l'interès fresc, que inclogui actualitzacions del projecte, beneficis, fites.. C: Organitzar sessions formatives i de motivació i fer obligatòria l'assistència les reunions setmanals VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,5 * 2.000€(esdeveniment de motivació) = **1.000€**
GE5	Abandonament del projecte	C: No hi ha solució VME: Probabilitat d'ocurrència = 0,5 * Tota l'inversió fins al moment.
	Impacte potencial al cost del projecte: 35.393 €	**Pressupost per contingència de riscos: 16.565,00 €** **5% addicional per riscos desconeguts: 828,25 €**

Taula 14. Plans de resposta i contingència

Sobre la base d'identificació dels riscos avaluables, l'impacte potencial total al projecte arriba als 35.393€, que seria la quantitat necessària en cas que cada risc identificat i quantificat es produís. Donat que l'objectiu de la gestió de riscos es

minimitzar l'impacte d'aquests al projecte, la gestió del responsable s'ha de focalitzar a impedir la majoria d'aquests riscos .

Així doncs, el pressupost de contingència de riscos que s'ha d'aprovisionar serà el resultat de multiplicar la probabilitat d'ocurrència pel cost econòmic, en aquest cas serà de 16.565€. Respecte als riscos no quantificables, s'han d'establir tots els controls i les mesures necessàries per evitar que es produeixin.

Poden existir riscos desconeguts a l'avaluació inicial dels riscos o que poden generar-se després. Com a mesura de bona practica s'afegirà un 5% addicional a la valoració del cost de cobertura per aquests riscos.

3.5.2 Control segons planificació

De forma constant durant tota la vida del projecte, el cap de sistemes haurà d'executar les següents tasques relatives al seguiment i control del projecte:

- Assignació detallada de tasques. Cal assignar inicialment les tasques als membres de l'equip del projecte, i documentar les dades necessàries pel seu control posterior.
- Comunicació a l'equip. Es convocarà una reunió amb tot l'equip per informar de les característiques d'aquest i comunicar l'assignació de tasques a cada membre.
- Seguiment. Té com objectiu controlar que totes les tasques s'estan desenvolupant segons el pla previst, revisant amb cada un dels responsables de les tasques quin es el seu estat al moment del seguiment, la seva evolució previsible i els problemes que s'estan trobant.
- Registre d'incidències. L'objectiu es conèixer l'impacte que una incidència pot suposar al projecte, documentant i calculant les tasques afectades, hores perdures i els endarreriments ocasionats, així com la solució de l'incidència.
- Gestió de canvis als requeriments. L'objectiu es gestionar peticions de modificació de les especificacions inicials del projecte. Aquestes s'han d'evitar a la mida possible, i s'haurà d'analitzar l'impacte que l'inclusió del projecte tindrà a la planificació i el cost que suposarà, i cal que direcció aprovi aquests tipus de canvis.
- Actualització de les tasques i la planificació. A mesura que es finalitzin les tasques i un cop verificades, s'actualitzarà la planificació i es plasmarà a l'informe de seguiment que reculli la situació actual i les noves previsions.
- Reunions de seguiment. Seran setmanals, entre el cap de projecte i l'equip. La seva finalitat es presentar l'informació sobre l'evolució del projecte i estudiar les desviacions e incidències, prenent decisions o adquirint compromisos per determinar les accions correctives adequades.

3.6 Fase de tancament

L'entrega o acceptació interna consisteix a la verificació per l'equip del projecte del acompliment de les especificacions inicials.

3.6.1 Entrega

Un cop efectuades les proves d'implantació i acceptació, i si s'escau arribat a un compromís de nivell de servei, la direcció haurà de formalitzar l'aprovació del sistema. Per això, el cap de sistemes durà una presentació d'aprovació del sistema.
El tancament implica finalitzar la documentació i els lliurables que puguin existir, tancar possibles contractes amb proveïdors, alliberar els recursos i comunicar la finalització a tots els interessats.
Com a últim pas, i després de l'implementació es revisaran i documentaran les lliçons apresses per treure'n profit a propers projectes.

3.6.2 Manteniment/Gestió de les VM's

Es definiran els procediments d'administració de les VM's, les operacions bàsiques sobre aquestes i l'administració dels hipervisors i la NAS.
Aquesta informació, junt amb els procediments generats a la fase d'instal·lació del programari de copies de seguretat i amb els procediments que es puguin generar al futur formaran un manual d'administració de la plataforma que romandrà disponible pels departaments de Sistemes i Explotació.
Es definiran els controls periòdics necessaris, per detectar possibles problemes de forma proactiva, i es validarà que els controls preexistents duts a terme per l'eina de monitorització "Pandora" son operatius, i es desactivaran els puguin fer referència a components de maquinari que no existeixin.

4. Valoració econòmica

A continuació es mostren els costos estipulats pel correcte desenvolupant del projecte

4.1 Estimació de cost material

A la següent taula s'enumeren els costos derivats de l'adquisició dels recursos materials necessaris pel desenvolupament i l'explotació del projecte.

Recurs	Cost Sense IVA
3 Servidors Hipervisors HP DL380 G9 2CPUx10cores	20.043,00€
2 NAS Synology RS3614RPxs, 2xLAN 10Gb, i discos	7.863,24€
2 Electrònica de Xarxa 10Gb Netgear	1.617,62€
1 Llicencia VMware vSphere 6 Essentials Plus (Valida per 3 hipervisors, amb dos processadors físics cada un)	3.525,00€
3 Llicencies programari de Copies de Seguretat Veeam Backup Essentials Standard 2 sockets bundle	2.400,00 €
1 Servidor per fer funcions de consola vCenter Server i copies de seguretat (emprarem una de les maquines, ja amortitzades)	0€
16 Servidors físics obsolets a migrar (ja amortitzats)	0€
Total S/IVA	**35.448,86€**

Taula 15. Estimació de cost material

Tal com vam apuntar a la proposta, aquest seria el cost del material necessari: tres servidors, 2 cabines d'emmagatzematge, electrònica de xarxa redundant i la llicencia de l'hipervisor.
S'afegirà un dels servidors més moderns que farà les funcions de consola d'administració *vCenter* durà el control de les copies de seguretat de les màquines virtuals.

4.2 Estimació de cost personal

A la següent taula s'enumeren els costos derivats de l'adquisició dels recursos materials necessaris pel desenvolupament i l'explotació del projecte. Encara que tots els recursos emprats son interns, es calcula una estimació del cost amb el cost/hora que proporciona el departament de RRHH per cada perfil:

Funció	Cost / hora	Hores	Cost Total
DIR - Director General	80 €/h	2,8	224,00 €
CAP - Cap de projecte	50 €/h	144,03	7.201,33 €
COM - Tècnic de Comunicacions	30 €/h	8	240,00 €
SEN - Tècnic Sènior	30 €/h	317,63	9.529,00 €
JUN - Tècnic Júnior	20 €/h	90,4	1.808,00 €
USU - Usuari	20 €/h	13,2	264.00 €
		Total	**19.266,33 €**

Taula 16. Estimació de cost personal

4.3 Resum i anàlisi cost-benefici

Un cop calculats els costos de material i de recursos humans, es pot calcular quin serà aproximadament el cost del projecte.

Tipus de cost	Cost Total
Cost Material	35.448,86 €
Cost Personal	19.266,33 €
Total	**54.715,19 €**
Provisió per contingència de riscos (veure punt 3.5.1 Avaluació de riscos)	17.393,25 €

Taula 17. Estimació de cost total del projecte

El projecte té un cost elevat, però invertir en una bona infraestructura de sistemes a l'organització es un requeriment indispensable, tant per oferir un servei de qualitat a tots els usuaris que empren els sistemes com per complir amb els nivells de qualitat que requereix l'empresa matriu o auditories externes. També cal tenir en compte que serà la base d'una infraestructura que es podrà ampliar fàcilment i amb un cost reduït si hi ha nous requeriments de l'organització.

5. Conclusions

Els objectius generals d'aquest projecte eren tant trobar una solució per renovar una infraestructura informàtica obsoleta i molt nombrosa degut a la fusió de varies companyies com a dotar al sistema resultant de disponibilitat i estalviar costos de manteniment, administració i consum elèctric. Després de comparar les millors alternatives, tant conservant una estructura tradicional com virtualitzant-la, es va optar per aquesta segona solució, emprant el programari *VMware*.

La virtualització pot ajudar doncs a reduir l'empremta dels servidors físics, tant pel que fa a la reducció centres de dades com de consum d'energia i emissions, trencant el cercle viciós de l'ampliació de servidors físics respecte al numero de serveis que ofereixen, i el reduït ús de les capacitats que fan molt sovint.

S'ha comprovat la facilitat de migració d'aquestes màquines virtuals, ja sigui dintre d'un clúster per millorar la disponibilitat del sistema en cas de fallida i per tant dotar d'alta disponibilitat sense canvis al sistema operatiu client, com per facilitar futures migracions.

La major avantatge de la proposta ha sigut el disseny d'una infraestructura amb els mínims punts de fallida, fiable i assequible.

Com a punts de millora de la solució podrien ser la segmentació del sistema en dos, amb una cabina de discos i un hipervisor capaços de donar suport a tot el sistema en un CPD de suport preparat per prendre el control del CPD principal en cas de contingència, i l'estudi del requeriments de disseny i sincronisme de dades d'aquest tipus d'instal·lacions.

6. Glossari

***Hypervisor* / Hipervisor / Monitor de maquina virtual**: es una plataforma que permet aplicar diverses tècniques de control de virtualització per emprar al mateix temps diferents sistemes operatius a una mateixa màquina física. És l'evolució del terme "supervisor" que s'aplicava als *kernels* o nuclis dels sistemes operatius.

***Host* / Amfitrió:** Es tracta del servidor o màquina física que executa l'hipervisor. Proveeix els seus recursos de CPU, memòria, xarxa i altres a les maquines virtuals que dona suport.

***Virtual machine* / Màquina virtual / VM / VM's:** És un programari que simula a un ordinador, i pot executar programes o sistemes operatius com si es tractés d'una màquina física.

***Guest Operating System* / Sistema Operatiu convidat / SO Convidat:** És el sistema operatiu que s'executa a una màquina virtual

VLAN / *Virtual LAN:* Mètode per crear xarxes lògiques independents dintre de la mateixa xarxa física, de forma que coexisteixin emprant els mateixos elements d'electrònica de xarxa però es redueixin la quantitat d'elements d'aquests conservant l'aïllament de les xarxes.

VPN / *Virtual Private Network*: Tecnologia que permet una extensió segura de la xarxa d'àrea local sobre una xarxa publica no controlada com Internet, emprant xifratge.

NIC teaming / port trunking: Mètode per combinar múltiples connexions de xarxa en paral·lel amb el fi d'augmentar el rendiment de la connexió i proporcionar redundància en cas de fallida d'un dels enllaços

MTU / *Maximum transmission unit*: Es la mida en *bytes* màxima del bloc de dades que el protocol pot enviar. Una mida més gran comporta més eficiència, ja que un paquet transportarà més dades amb menys capçaleres de protocol, però son més sensibles a errors a la transmissió, on el reenviament de paquets grans sons més lents.

HBA / *host bus adapter*: Tarja que connecta un host a altres xarxes o dispositius d'emmagatzematge, principalment es tracta de connexions SCSI, *Fibre Channel* o eSATA.

FC / Fibre Channel: És una tecnologia de xarxa d'alta velocitat, de fins a 128Gb/sec emprada principalment per connectar sistemes d'emmagatzematge amb servidors.

Multipathing: Tècnica de tolerància a fallides i de millora del rendiment que defineix més d'un camí físic entre el servidor i el sistema d'emmagatzematge, de tal forma que en cas de fallida el tràfic pugui encaminar-se de forma transparent per altre dispositiu, i millori el rendiment aprofitant aquestes rutes.

***Failover*:** Capacitat d'un sistema de seguir funcionant encara que es doni una fallida al sistema. Les fallides poden ser no intencionades o intencionats per una part no fiable del sistema. Les estratègies per aconseguir-lo son la redundància, la replicació i l'autocorrecció.

iSCSI / *internet small computer systems inteface*: Protocol IP dissenyat com estàndard per vincular sistemes d'emmagatzematge de dades.

SAN / *storage area network*: Sistema que proporciona emmagatzematge, usualment *disks arrays* a nivell de blocs, sense proporcionar abstracció a nivell de fitxer.

NAS / *Network attached storage*: Sistema d'emmagatzematge connectat en xarxa que especialitzat en servir fitxers, treballant a nivell de fitxer, tot i que actualment es usual trobat models híbrids SAN-NAS.

DAS / *direct attached storage*: Emmagatzematge directamement connectat al servidor, en oposició als sistemes connectats a través de la xarxa.

RAID / *Redundant array of independent disks*: Tecnologia que combina múltiples unitats de disc físics en una unitat lògica per obtenir redundància de dades, millora de rendiment o ambdues. Els estàndards son RAID 0 fins RAID 6.

SSD / *Solid State drive*: Disc que empra circuits integrats per emmagatzemar dades amb persistència, al no disposar de components mecànics es més resistent, silenciós, i té un menor temps d'espera i latència.

IOPS / *Input Output operations per second*: Unitat emprada per mesurar el rendiment de dispositius d'emmagatzematge.

LUN / *Logical Unit number*: adreça per una unitat de disc, terme emprat pel protocol SCSIS i iSCSI per diferenciar unitats o particions.

***Snapshot*:** Captura de l'estat d'un sistema a un determinat punt del temps.

7. Bibliografia

A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide), 2004. Sydney, NSW: SAI Global.

ANSI/EIA/TIA-568 cabling standard. SpringerReference, [sense data]. DOI 10.1007/springerreference_8093.

Assess the Capacity of Your IT Infrastructure. VMware Capacity Planner for Server Consolidation and Containment. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.vmware.com/products/capacity-planner.html.

COULORIS, G., DOLLIMORE, J. and KINDBERG, T., 2001. Distributed systems: concepts and design. Harlow: Addison-Wesley.

Foundational Standards. PMBOK Guide and Standards | Project Management Institute. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.pmi.org/pmbok-guide-standards.

FSCT. Download File Server Capacity Tool v1.2- (64 bit) from Official Microsoft Download Center. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=27284.

HE, X. and ALVES-FOSS, J., 2011. Security evaluation of virtualization technologies in multi-core systems. S.l.: s.n.

HWANG, K., FOX, G.C. and DONGARRA, J.J., 2012. Distributed and cloud computing: from parallel processing to the Internet of things. Amsterdam: Morgan Kaufmann.

Hypervisor. Wikipedia. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor.

IBM: VM History and Heritage References. IBM: VM History and Heritage References. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.vm.ibm.com/history/.

InfoWorld. Google Books. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://books.google.es/books?id=ii8EAAAAMBAJ&pg=PA1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

Intel. Tecnología de virtualización Intel® (Intel® VT). Intel [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016

JIANG, X. and LI, X.-Y., 2009. Study on virtual machine's live migration. Journal of Computer Applications, vol. 28, no. 9, pp. 2375–2377. DOI 10.3724/sp.j.1087.2008.02375.

JORDAN, E. and SILCOCK, L., 2005. Beating IT risks. West Sussex, England: J. Wiley.

Kernel-based Virtual Machine. Wikipedia. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel-based_Virtual_Machine.

KVM reignites Type 1 vs. Type 2 hypervisor debate. SearchServerVirtualization [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://searchservervirtualization.techtarget.com/news/2240034817/KVM-reignites-Type-1-vs-Type-2-hypervisor-debate.

KVM. Guest Support Status. Guest Support Status. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.linux-kvm.org/page/Guest_Support_Status.

KVM. KVM. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page.

LIEBOWITZ, M., KUSEK, C. and SPIES, R., [sense data]. VMware vSphere performance: designing CPU, memory, storage, and networking for performance-intensive workloads. S.l.: s.n.

Magic Quadrant for x86 Server Virtualization Infrastructure. Gartner Reprint [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. URL: https://www.gartner.com/doc/reprints?ct=160707&id=1-3B9FAM0&st=sb.

Magic Quadrant for x86 Server Virtualization Infrastructure. Gartner Reprint. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.gartner.com/doc/reprints?ct=160707&id=1-3B9FAM0&st=sb.

Magic Quadrant Research Methodology | Gartner Inc. Magic Quadrant Research Methodology | Gartner Inc. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. URL: http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/research_mq.jsp.

Magic Quadrant Research Methodology | Gartner Inc. Magic Quadrant Research Methodology | Gartner Inc.. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/research_mq.jsp.

Microsoft. Información general sobre Hyper-V. Información general sobre Hyper-V. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh831531(v=ws.11).aspx.

Microsoft. Supported Linux and FreeBSD virtual machines for Hyper-V on Windows. Supported Linux and FreeBSD virtual machines for Hyper-V on Windows [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://technet.microsoft.com/en-us/Windows-server-docs/compute/hyper-v/supported-linux-and-freebsd-virtual-machines-for-hyper-v-on-Windows.

Microsoft. Supported Windows Guest Operating Systems for Hyper-V in Windows Server 2012 R2 and Windows 8.1. Supported Windows Guest Operating Systems for Hyper-V in Windows Server 2012 R2 and Windows 8.1. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn792027(v=ws.11).aspx.

MILOJIČIĆ, D.S., DOUGLIS, F., PAINDAVEINE, Y., WHEELER, R. and ZHOU, S., 2000. Process migration. ACM Computing Surveys, vol. 32, no. 3, pp. 241–299. DOI 10.1145/367701.367728.

MINAS, L. and ELLISON, B., 2009. Energy efficiency for information technology: how to reduce power consumption in servers and data centers. Hillsboro, OR: Intel Press.

MITCHELL, C., 2005. Trusted computing. London: Institution of Electrical Engineers.

PlateSpin Recon. PlateSpin Recon | NetIQ. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.netiq.com/products/recon/.

PMI | Project Management Institute. PMI | Project Management Institute. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.pmi.org/.

POPEK, G.J. and GOLDBERG, R.P., 1974. Formal requirements for virtualizable third

generation architectures. Communications of the ACM, vol. 17, no. 7, pp. 412–421. DOI 10.1145/361011.361073.

PowerChute Network Shutdown v4.2 for Virtualization. PowerChute Network Shutdown v4.2 for Virtualization - APC - United States. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.apc.com/shop/us/en/products/PowerChute-Network-Shutdown-v4-2-for-Virtualization/P-SFPCNS42-V.

ROBERSON, R.E., 1973. System /370: combined computer center operations at the State University of New York at Binghamton. White Plains, NY: IBM Corp., Technical Publications Dept.

SAN System Design and Deployment Guide Second Edition, VMware, Latest Revision: August 2008 https://www.vmware.com/pdf/vi3_san_design_deploy.pdf

SPALDING, R., 2003. Storage networks: the complete reference: New York: McGraw-Hill/Osborne.

Storage Protocol Comparison White Paper, VMware TECHNICAL MARKETING DOCUMENTATION v1.0 Updated April 2012 http://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/storage_protocol_comparison-white-paper.pdf

Synology Inc. | INC., S.. Snapshot Manager for VMware - Release Note | Synology Inc. Snapshot Manager for VMware - Release Note | Synology Inc. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.synology.com/es-es/releaseNote/VMwarePlugin.

Synology Inc. | INC., S.. VMware Storage Replication Adapter - Release Note | Synology Inc. VMware Storage Replication Adapter - Release Note | Synology Inc. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.synology.com/es-es/releaseNote/VMwareSRA.

Synology Inc. Compatibilidad | INC., S.. Compatibilidad | Synology Inc. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.synology.com/es-es/compatibility.

Veeam Availability Suite. FAQs sobre requisitos de sistema. Veeam Software. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.veeam.com/es/system-requirements.html.

VirtualBox.org. Oracle VM VirtualBox. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.virtualbox.org/.

VMware Compatibility Guide - Guest/Host Search. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php?deviceCategory=software.

VMware Compatibility Guide - System Search. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php.

VMware ESX. Wikipedia. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/VMware_ESX.

VMware Storage Best Practices. Patrick Carmichael – Escalation Engineer, Global Support Services http://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/support/landing-pages/virtual-support-day-storage-best-practices-june-2012.pdf

Vmware. Web Site Legal Notice. Web Site Legal Notice. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: http://www.vmware.com/help/legal.html.

Wikipedia. Wikipedia. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Virtual_PC#Virtual_PC_by_Connectix.

Workstation for Windows release history... Workstation for Windows release history Version History. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://communities.vmware.com/docs/DOC-18302.

Xen. Wikipedia. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Xen.

XenServer – Server Virtualization and Consolidation - Citrix. Citrix.com. [en línia]. [Consulta: Desembre de 2016]. Disponible a: https://www.citrix.com/products/xenserver/.