



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

Escuela nacional de Estudios Profesionales  
Aragón

**SISTEMAS DE ALTA DISPONIBILIDAD  
EN PLATAFORMAS MICROSOFT.**

T E S I S

Profesional que presenta:

ALBERTO HERNÁNDEZ LOPEZ

para obtener el título de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

ASESOR: ING. JUAN GASTALDI PEREZ.

San Juan de Aragón, Estado de México

2005

m. 345507



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impresa el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Alberto Hernández

18/07/07

FECHA: 9/ MARZO 2005

FIRMA: 

## AGRADECIMIENTOS.

A mis padres, Francisco Hernández Rosario y Esther López Mendoza a quienes debo el sentido de responsabilidad y quienes siempre han sido un apoyo moral y económico, gracias por estar ahí cuando más los necesite.

Mi eterno agradecimiento a mi esposa Carmen Díaz Fenochio, por su amor, apoyo y comprensión, por el tiempo que esta tesis nos ha restado para estar juntos, gracias.

A mis hijas Noemí y Jenny por esa alegría innata y contagiosa.

A mi hijo Erick, por ser un símbolo de fortaleza en mi vida, por enseñarme que no hay límites para un ser humano.

A mi amigo Ing. Marijan Durini Petrovic, por sus palabras de aliento y estímulos constantes, por enseñarme puedo lograr lo que me proponga y que sólo depende de mí.

A Ing. Luis Galván Flores por la confianza depositada y las facilidades proporcionadas para la realización del presente trabajo.

A Ing. Benito Barranco Castellanos, por su amistad y compañerismo.

A Ing. Juan Gastaldi Pérez, mi asesor de tesis, por compartir sus conocimientos y asesorías.

“Uno puede apartarse de su sueño pero no olvidarlo”  
Paulo Coelho

Alberto Hernández López, Generación 1989.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1. REDUNDANCIA EN HARDWARE.....</b>	<b>9</b>
1.1. Configuraciones de arreglos de discos en servidores.....	9
1.2. Las fuentes de poder.....	25
1.3. Configurando tarjetas de red para soportar tolerancia a fallos.....	29
<b>CAPÍTULO 2. SAN Y ALTA DISPONIBILIDAD.....</b>	<b>35</b>
2.1. Tecnologías de almacenamiento avanzadas.....	35
2.2. Storage Area Network (SAN).....	40
2.3. EL papel de la SAN dentro de la Alta Disponibilidad.....	48
<b>CAPÍTULO 3. SERVIDORES EN CLUSTER.....</b>	<b>55</b>
3.1. Tecnología en cluster.....	55
3.2. Elementos de un Cluster.....	61
3.3. Conexión y construcción física de un cluster.....	68
<b>CAPÍTULO 4. SOFTWARE DE ALTA DISPONIBILIDAD.....</b>	<b>75</b>
4.1. Microsoft Windows Clustering Service.....	75
4.2. “Microsoft Network Load Balancing”.....	78
4.3. “Microsoft SQL Server 2000”.....	80
<b>CAPÍTULO 5. CASO PRÁCTICO (SISTEMA DE CALIFICACIONES).....</b>	<b>84</b>
5.1. Definición del sistema.....	84
5.2. Instalación del Sistema Operativo y Servicio de Cluster.....	88
5.3. Instalación de SQL Server 2000 Enterprise Edition en Cluster.....	103
5.4. Instalación de Internet Information Server.....	108
5.5. Instalación de Microsoft Network Load Balancing.....	109
5.6. Instalación de la aplicación.....	115
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>123</b>

## INTRODUCCIÓN.

¿Qué hacer cuando se maneja un sitio exitoso en Internet, donde la cantidad de visitantes y el volumen de datos transmitidos llegan a ser tan alto que sobre pasa la capacidad del equipo de cómputo destinado para ello?, ¿Qué sucede cuando el número de transacciones en los servidores de Bases de Datos aumentan y la información que es almacenada en los servidores llegar a ser de muy alta criticidad, de tal manera que una perdida de información de una hora podría llegar a afectar miles de operaciones? o ¿Qué pasaría si el servidor de correo electrónico de una Intranet de una organización se viera afectado por un día?.

En antaño había tiempo para podernos recuperar de un evento en el cual estuviéramos sin el sistema de información por un período prolongado, debido a que la velocidad de los negocios lo permitía. Hoy en día esta situación ha cambiado, ya que una caída de sistema puede ocasionar serios problemas a una empresa. El objetivo general es maximizar el tiempo disponible de los sistemas en línea, y en una sola frase, ***TOLERANTES A FALLAS.***

Por otro lado ¿Qué sucede cuando el número de visitantes en un sitio de Internet rebasa las expectativas esperadas y la demanda del servicio crece razonablemente?, las arquitecturas deben ser capaces de crecer horizontal y verticalmente a un grado tal que la *velocidad de transmisión de la red* y el *tiempo de respuesta del servidor* lleguen a ser siempre los óptimos; en una palabra que proporcionen ***ESCALABILIDAD y RENDIMIENTO.***

Los términos anteriores podemos resumirlos en un concepto llamado *Alta Disponibilidad*. En el mundo de la tecnología, alta disponibilidad es el término con el que nos referimos a la relación de tiempo que esperamos que un equipo o componente se encuentre operacional.

Decimos que un equipo tiene o posee alta disponibilidad cuando su operatividad se aproxima al 100%, es decir, nunca falla; para entender este concepto pongamos los siguientes ejemplos:

- Si es un negocio que sólo está abierto al público de 8 de la mañana a 6 de la tarde, y en este horario puede cumplir con todo el procesamiento de la información, la disponibilidad durante este periodo se considera 100%.
- Por el contrario, una tienda web que debe estar disponible las 24 horas del día, 7 días a la semana, los 360 días del año, tendrá que disponer de los sistemas de información durante el mismo periodo para alcanzar el 100% de disponibilidad.

Dentro de este contexto, cabe destacar que el diseño e implementación de esquemas de Alta Disponibilidad ocupan un lugar muy importante hoy en día, por ello se realizó una propuesta de elementos con los cuales, se puede alcanzar sistemas con una disponibilidad del 99 % utilizando productos Microsoft. Para la elaboración de esta investigación se utilizó el método científico.

Dentro del presente estudio se pretenden abarcar los siguientes ámbitos:

- ✓ Tolerancia a Fallos.
- ✓ Restablecimiento.
- ✓ Escalabilidad.
- ✓ Rendimiento.



Finalmente cabe resaltar que la conformación del trabajo se planteará en cinco capítulos los cuales están organizados de la siguiente manera:

En el primer capítulo se describirán los elementos de redundancia disponibles para almacenamiento, energía y red; y así poder brindar restablecimiento y tolerancia a fallos a los sistemas de cómputo.

En el segundo capítulo se mencionaran los últimos desarrollos tecnológicos en cuanto a almacenamiento, los cuales son comúnmente utilizados en esquemas de alta disponibilidad.

El tercer capítulo mencionará los principales elementos que conforman el diseño y construcción de arquitecturas robustas y confiables de sistemas de cómputo de alto rendimiento.

El cuarto capítulo describe el software disponible para la administración e implementación de arquitecturas de Alta Disponibilidad que soporten escalabilidad horizontal y balanceo de carga en aplicaciones.

El capítulo quinto se muestran un caso práctico donde se implementan conceptos de los capítulos anteriores, brindando así a los sistemas, mecanismos de Alta Disponibilidad.

# **CAPÍTULO 1. REDUNDANCIA EN HARDWARE.**

- 2.1. CONFIGURACIONES DE ARREGLOS DE DISCOS EN SERVIDORES.
  
- 2.2. LAS FUENTES DE PODER.
  
- 1.3. CONFIGURANDO TARJETAS DE RED PARA SOPORTAR TOLERANCIA A FALLOS.

## **CAPÍTULO 1. REDUNDANCIA EN HARDWARE.**

### **1.1. Configuraciones de arreglos de discos en servidores.**

#### **El disco duro.**

Un disco duro o HDU es la parte responsable del almacenamiento a largo plazo de la información. Al contrario de lo que sucede con la memoria volátil (a menudo conocida como RAM) que pierde su información almacenada una vez que se corta el suministro eléctrico, un disco duro almacena información de forma permanente, permitiendo guardar programas, archivos y otros datos. Los discos duros también disponen de una capacidad de almacenamiento mayor que la RAM; de hecho, los discos duros actuales pueden contener más de 40 GB de espacio de almacenamiento.

#### **Componentes básicos de un disco duro.**

Un disco duro se compone de cuatro partes básicas: platos, un eje, cabezales de lectura/escritura y elementos electrónicos integrados.

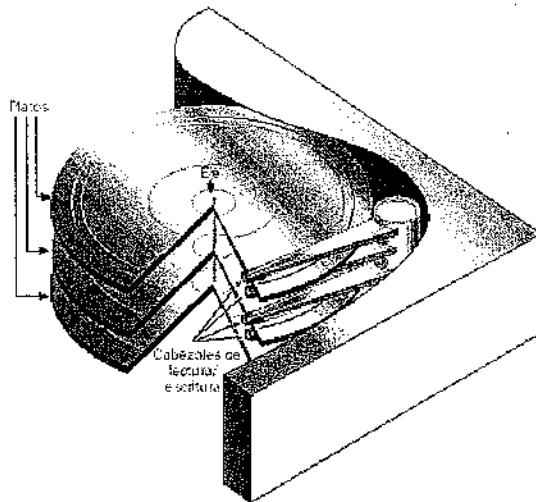


Figura 1 Componentes del disco duro.

Los platos son discos rígidos fabricados con metal o plástico. Los dos lados de cada disco están cubiertos con una fina capa de óxido de hierro u otro material magnetizable.

Los platos están situados en un eje central, que hace girar todos los platos a la misma velocidad.

Los cabezales de lectura/escritura están situados en brazos que se extienden sobre las superficies superior e inferior de cada disco. Hay al menos un cabezal para cada cara del plato. Los brazos se mueven hacia adelante y hacia atrás conjuntamente entre el centro y borde externo de los platos; este movimiento, junto con la rotación de los platos, permiten que los cabezales puedan acceder a cualquier lugar sobre los platos.

Los elementos electrónicos integrados traducen los comandos procedentes del computador y mueven los cabezales a zonas específicas de los platos, leyendo y/o escribiendo los datos necesarios.

## Almacenamiento y recuperación de datos.

Las computadoras almacenan los datos en los discos duros en forma de series de bits binarios. Cada bit se almacena como una carga magnética (positiva o negativa) en el revestimiento de óxido del plato de un disco.

Cuando el computador guarda datos, los envía al disco duro en forma de una serie de bits. A medida que el disco recibe los bits, utiliza los cabezales para registrar o "escribir" magnéticamente los bits en los platos. Los bits de datos no se almacenan necesariamente uno después de otro; por ejemplo, los datos de un archivo pueden escribirse en varias zonas diferentes y en diferentes platos.

Cuando el computador solicita los datos almacenados en el disco, los platos giran y los cabezales se mueven hacia adelante y hacia atrás a las áreas especificadas. Los cabezales leen los datos determinando el campo magnético de cada bit, positivo o negativo y, a continuación, envían la información de vuelta al computador.

Los cabezales pueden acceder a cualquier zona de los platos en cualquier momento, permitiendo el acceso aleatorio (en lugar de secuencial, como en una cinta magnética) a los datos. Puesto que los discos duros son capaces de realizar accesos aleatorios, normalmente se consigue acceder a cualquier dato en millonésimas de segundos.

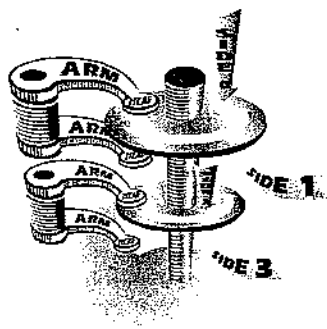


Figura 2 Cabezales de lectura/escritura.

Siempre que se enciende el computador, los discos sobre los que se almacenan los datos giran a una gran velocidad (a menos que disminuyan su potencia para ahorrar electricidad).

Los discos duros de hoy, con capacidad de almacenar multigigabytes mantienen el mínimo principio de una cabeza de Lectura/Escritura suspendida sobre una superficie magnética que gira velozmente con precisión microscópica; pero hay un aspecto de los discos duros que probablemente permanecerá igual a diferencia de otros componentes del computador que obedecen a los comandos del software, el disco duro hace ruidos cuando emprende su trabajo. Estos ruidos son recordatorio de que es uno de los pocos componentes del computador que tiene carácter mecánico y electrónico al mismo tiempo

Este recordatorio nos indica que aunque por un lado son dispositivos de gran potencia ya que pueden llegar a almacenar una gran cantidad de información que varían desde 10 Gb. hasta varios cientos de Gb.; pero por otro lado también son vulnerables a un fallo mecánico y/o electrónico que puede llegar a ocasionar la pérdida catastrófica de información.

Pero ¿Qué hacer para poder solventar este problema?, la respuesta a esta pregunta la podemos contestar con cuatro letras **RAID**.

## El RAID.

El concepto de RAID<sup>1</sup> fue desarrollado por un grupo de científicos en la Universidad de California en Berkley en 1987. Los científicos investigaban usando pequeños discos duros unidos en un arreglo (definido como dos o más discos agrupados para aparecer como un dispositivo único para el servidor), compararon el desempeño y los costos de este tipo de configuración de almacenamiento con el uso de un SLED (Single Large Expensive Disk), común en aplicaciones de MainFrames. Su conclusión fue que los arreglos de discos pequeños y poco costosos ofrecían el mismo o un mejor desempeño que los SLED.

La idea del RAID tiene el propósito de almacenar la misma información en diferentes lugares y en múltiples discos duros mejorando el desempeño del subsistema de almacenamiento. La ventaja de RAID es proporcionar un mejor desempeño en la transferencia de datos y/o proporcionar tolerancia a fallas en el almacenamiento. El mejor desempeño se cumple al distribuir la carga de trabajo en paralelo entre múltiples discos duros físicos. La tolerancia a fallas se alcanza a través de la operación de redundancia, donde si una (o más) de las unidades falla o tiene un sector defectuoso, una copia espejo de los datos se puede encontrar en otra de las unidades.

Un RAID aparece en el sistema operativo como un sólo disco duro lógico. El controlador RAID, controla como los datos se almacenan y se acceden a través de los arreglos físicos y lógicos. El controlador RAID ayuda a los usuarios a asegurar que el sistema operativo sólo ve las unidades lógicas y los usuarios no necesitan preocuparse acerca de la administración de este complicado esquema.

---

<sup>1</sup> Redundant Array of Independent Disks. También denominado Arreglo Redundante de Discos Independientes.

## **Implementación de RAID.**

Existen 2 alternativas para la implementación de redundancia de almacenamiento de información mediante la tecnología RAID:

- RAID basado en hardware. Los Arreglos RAID, basados en hardware, dotan a los equipos de computación de una mayor capacidad de almacenamiento, a la vez que proveen acceso ininterrumpido a los datos. Estos los podemos encontrar en discos internos y externos; algunos de estos medios también se les conoce como DAS, NAS y SAN.
- RAID basado en software. El RAID Software implementa los diferentes niveles de RAID en el código del kernel que tienen que ver con la gestión del disco (block device). Ofrece además la solución menos costosa, el RAID software funciona con discos IDE menos costosos así como con discos SCSI. Con las rápidas CPU de hoy en día, las prestaciones de un RAID software pueden competir con las de un RAID hardware.

La mayoría de los Sistemas Operativos de Red modernos (Windows 2000, Netware, Solaris, SCO Unix, etc.), tienen capacidad de manejar algunos de los niveles de RAID basados en software; pero cuando se buscan altos niveles de seguridad en la redundancia de la información almacenada, se recurre a Sistemas RAID basados en hardware. Además de ser más seguros, las soluciones RAID basadas en hardware son también más rápidas que las soluciones basadas en software.



## Niveles de RAID

Existen distintos niveles de redundancia en RAID; generalmente se reconocen desde RAID-0 hasta RAID-5 aunque existen proveedores que han especificado unilateralmente otros niveles que definen distintas especificaciones de almacenamiento, de estos los niveles 2 y 3 generalmente no son utilizados en la industria de almacenamiento.

### RAID-0. Data Striping without parity.

También llamado partición de los discos, los datos son distribuidos a través de discos paralelos. La información se graba y se lee en paralelo entre varios discos. Como no hay redundancia, el riesgo de fallos aumenta, pero el rendimiento es muy bueno.

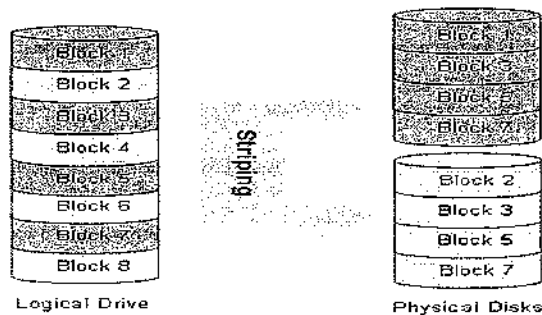


Figura 3 Organización de RAID 0.

El nivel 0 es el arreglo de discos más rápido que se pueda tener, es un método de mapeo de disco orientado al desempeño. Los datos en este arreglo se escriben a través de una línea o de diferentes discos para una mejor transferencia. Ofrece el mejor desempeño pero no es tolerante a fallos. Escribe y lee sectores de datos entre múltiples unidades. Cuando un disco miembro del arreglo falla, afecta a todo el arreglo. El desempeño es

mejor que un sólo disco debido a que la carga de trabajo está balanceada entre los miembros del arreglo. Este arreglo es para sistemas de alto desempeño.

Se recomienda usar unidades de disco idénticas para ayudar al desempeño así como la eficiencia del almacenamiento de datos.

La capacidad del arreglo de discos es igual al número de miembros multiplicado por el miembro de menor capacidad. Por ejemplo un disco de 40GB y uno de 40GB formaran una arreglo de 80GB (40GBx2), al igual que un disco de 40GB y uno de 60GB formaran una arreglo de 80GB.

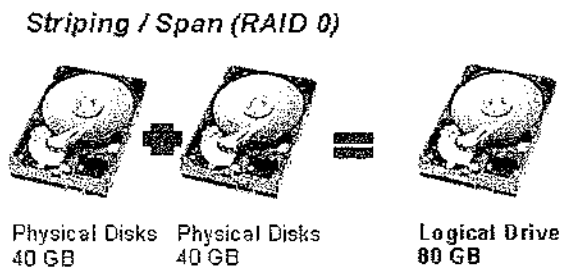


Figura 4 Suma de capacidades de discos en RAID 0.

## RAID 1. Disk mirroring.

También llamado *disco espejo*, provee la más alta medida de protección de datos a través de una completa redundancia. Los datos son copiados a dos discos simultáneamente. La disponibilidad es alta pero el costo también dado que los usuarios deben comprar dos veces la capacidad de almacenamiento que requieren.

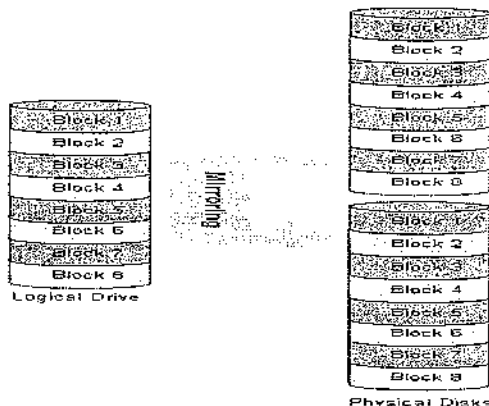


Figura 5 Organización de RAID 1

El RAID de nivel 1 usa al menos dos discos duros duplicados y almacena exactamente los mismos bloques de información entre ellos. Este es el método de tolerancia a fallas más lento debido a que la información se debe replicar en los dos discos al mismo tiempo. Sin embargo, es el método más simple para proporcionar alta confiabilidad.

Si uno de los discos espejo sufre una falla mecánica o no responde, la unidad remanente continuará funcionando y proporcionando los datos correctos. Si una de las unidades tiene un error de sector físico, el disco espejo continuara la función.

Debido a la redundancia, la capacidad del arreglo es la mitad de la capacidad de las unidades de disco. Por ejemplo dos unidades de 40GB tienen una capacidad combinada de 80GB pero tendrán una capacidad de 40GB de almacenamiento usable.

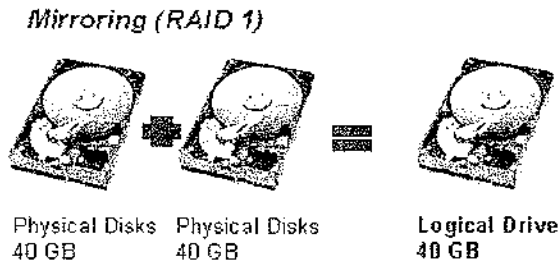


Figura 6 Suma de capacidades de discos en RAID 1.

Con discos de diferentes capacidades, puede existir un espacio de almacenamiento no usado en la unidad más grande. RAID 1 incrementa el costo porque usa el doble de discos duros para construir el arreglo.

RAID 1 está diseñado para sistemas de misión crítica, en donde la disponibilidad de información es esencial y su reemplazo resultaría difícil y costoso (más costoso que reponer el disco en sí).

Típico en escrituras aleatorias pequeñas con tolerancia a fallas. El problema de este tipo de arreglos es el costo que implica duplicar el disco.

El espejo generalmente es poco práctico y costoso cuando se almacenan datos en el orden de cientos de Gigabytes; pero tiene sentido para datos de misión crítica que deben estar disponibles permanentemente en línea como por ejemplo:

- Discos de Sistema Operativo.
- Archivos de Inicio.
- Bases de datos pequeñas.

El RAID Nivel 1 requiere al menos de 2 discos para su implementación y se recomienda usar discos de igual tamaño.

## **RAID-2. Complex error correction.**

RAID Nivel 2 utiliza códigos de corrección de error. Está diseñado para ser utilizado con discos que carecen de detección de error interna (discos antiguos). Todos los discos SCSI soportan detección de error interna, por lo que este nivel de RAID tiene muy poca utilidad práctica para esos modelos de discos.

Este nivel cuenta con varios discos para bloques de redundancia y corrección de errores. La división es a nivel de bits, cada byte se graba con un bit de paridad en cada uno de los discos y un bit de paridad en el noveno. El acceso es simultáneo a todas las unidades tanto en operaciones de escritura como lectura. Algunos de estos discos son empleados para códigos de error, los cuales se emplean para referencias de los datos en caso de que falle uno de los discos. Este nivel tiene un costo bastante elevado ya que necesitamos muchos discos para mantener los códigos de error. Gracias a como están distribuidos los datos en los discos se consigue mejorar la velocidad de transferencia principalmente en la lectura ya que podemos emplear todos los discos en paralelo. Estos discos aunque proporcionen un buen rendimiento no son muy empleados ya que los niveles 1 – 3 – 5 proporcionan una mayor relación costo/ rendimiento

### RAID-3. Parallel-transfer, parity drive.

RAID Nivel 3 introduce el chequeo de paridad, o la corrección de errores. Al igual que RAID 0, RAID 3 distribuye los datos a través de múltiples discos(stripe), y añade redundancia mediante la utilización de un disco de paridad dedicado que almacena los bloques correspondientes a cada miembro de unidad stripe.

En caso de una falla de cualquier disco, y los datos son reconstruidos con el disco de paridad mediante algoritmos especiales. Si la falla se produce en el disco de paridad, se pierde la redundancia, pero se mantiene intacta la información original. Debido a que RAID Nivel 3 escribe los datos en grandes bloques de información, es una alternativa apropiada para aplicaciones tales como video que envían y reciben grandes archivos.

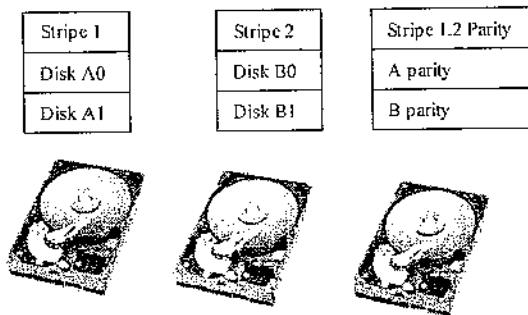


Figura 7 Distribución de información en discos en RAID 3.

Este RAID es especialmente apropiado para procesamiento de imágenes, colección de datos científicos y otras aplicaciones en las cuales grandes bloques de datos son guardados secuencialmente y deben ser transferidos rápidamente; pero no es recomendable para operaciones de I/O de acceso aleatorio como es el caso de acceso de Bases de Datos donde se necesitan transferir información en pequeñas unidades, en este caso todos los discos participan en cada transacción de Entrada / salida, los cuales pueden sobrecargar y degradar el sistema.

#### RAID-4 Concurrent access, dedicated parity drive (Data Guarding).

El nivel 4 de RAID tiene división a nivel de bloques y el acceso al arreglo de discos es paralelo, pero no simultaneo; ya que los discos son accedidos en forma individual, permitiendo operaciones mixtas de lectura y escritura al mismo tiempo. La información de paridad permite la recuperación de cualquier disco en caso de falla.

El rendimiento de un arreglo nivel 4 es muy bueno para lecturas (similar al RAID 0). Sin embargo, la escritura requiere que los datos de paridad sean actualizados cada vez que se realiza una operación de I/O. Esto retarda particularmente las escrituras aleatorias pequeñas, aunque las escrituras grandes o secuenciales son razonablemente rápidas.

Debido a que solamente un disco del arreglo es utilizado para datos redundantes, el costo / megabyte de un arreglo nivel 4 es relativamente bajo.

En el nivel 4 de RAID los bloques de datos pueden ser distribuidos a través de un grupo de discos para reducir el tiempo de transferencia y explotar toda la capacidad de transferencia de datos de la matriz de disco.

RAID 4 es más recomendable frente a los niveles 2 y 3, ya que al mismo tiempo puede estar activa más de una operación de lectura escritura sobre el conjunto de discos .

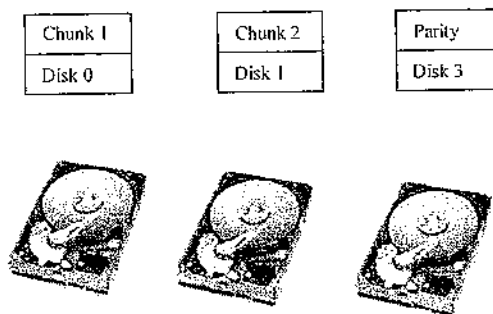


Figura 8 Distribución de información en discos en RAID 4.

### RAID-5. Concurrent access, distributed parity (Distributed Data Guarding).

En este arreglo todos los discos operan independientemente. Un registro entero de datos es almacenado en un sólo disco (chunk), permitiendo al arreglo satisfacer múltiples requerimientos de entrada y salida al mismo tiempo.

La información de paridad está distribuida en todos los discos, aliviando el cuello de botella de acceder un sólo disco de paridad durante operaciones de entrada y salida concurrentes como es el caso de RAID 4: RAID 5 crea datos de paridad, distribuyéndolos a través de todos los discos excepto en aquel disco en que se almacena la información original, obviando la necesidad de un disco de paridad dedicado.

RAID 5 es el más completo de todos los niveles de redundancia por distribución, si un disco falla, la información de paridad en los otros permite la reconstrucción de toda su información; aún más, el Nivel 5 escribe datos en los discos al nivel de bloques (en lugar de trabajar al nivel de bytes), volviéndolo más apropiado para múltiples transacciones pequeñas como e-mail, procesadores de palabras, hojas electrónicas, y aplicaciones de bases de datos. Para su implementación se requieren al menos de 3 discos y el espacio disponible es igual a la suma del tamaño de todos los discos menos el 25%.

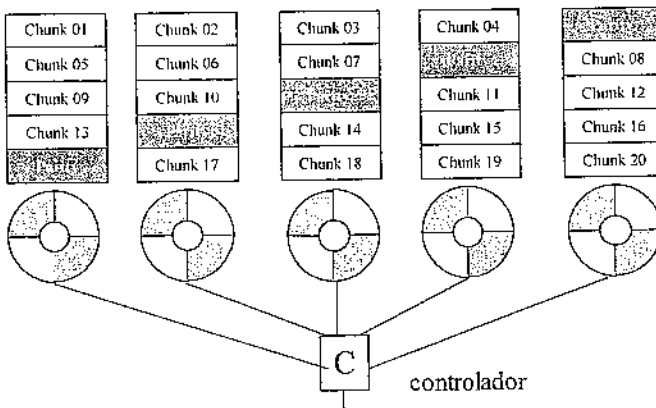


Figura 9 Distribución de información en discos en RAID 5.



### RAID-10 (RAID 1 + RAID 0).

Como lo sugiere el nombre, RAID 1 + 0 es un arreglo combinado, para este arreglo se requieren mínimo 4 discos para poder implementarlo.

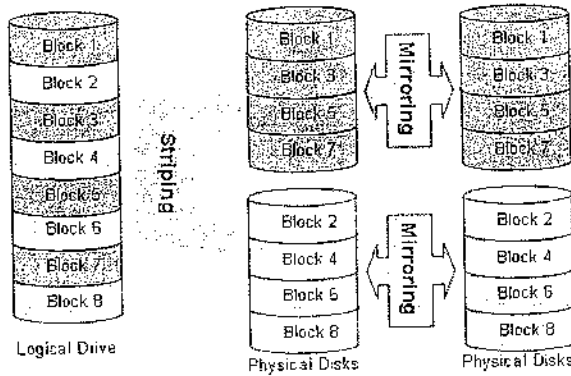


Figura 10 Distribución de información en discos en RAID 10.

La información se distribuye en bloques como en RAID 0 y adicionalmente, cada disco se duplica como RAID 1, creando un segundo nivel de arreglo. Se conoce como "striping de arreglos duplicados".

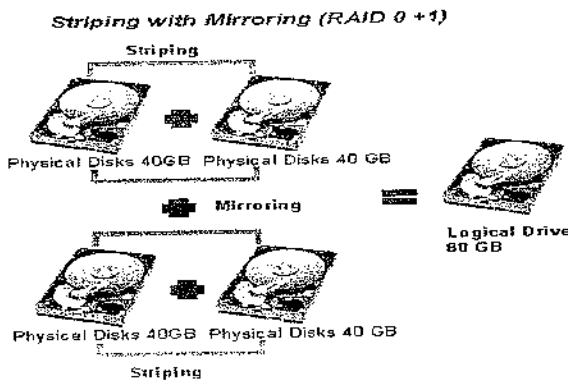


Figura 11 Configuración de discos en RAID 10.

Para este arreglo se requieren, dos canales, dos discos para cada canal y se utiliza el 50% de la capacidad para información de control.

Este nivel ofrece un 100% de redundancia de la información y un soporte para grandes volúmenes de datos, donde el precio no es un factor importante. Ideal para sistemas de misión crítica donde se requiera mayor confiabilidad de la información, ya que pueden fallar dos discos inclusive (uno por cada canal) y los datos todavía se mantienen en línea. Es apropiado también en escrituras aleatorias pequeñas.

## 1.2. Las fuentes de poder.

Una fuente de alimentación es un dispositivo que nos convierte la corriente eléctrica alterna a corriente continua. La mayoría de dispositivos electrónicos necesitan una fuente de energía estable, consistente y pura para funcionar correctamente. Existen muchas formas de nombrarlas y dependiendo del ámbito o sector se denominan de una forma u otra, pero son igualmente utilizadas.

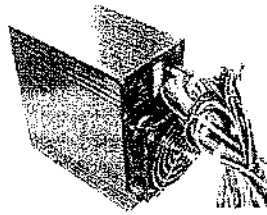


Figura 12 La fuente de poder.

El creciente aumento de productos electrónicos ha impulsado el auge y el desarrollo en las fuentes de alimentación. Las primeras fuentes de alimentación eran lineales. Un transformador que reducía la tensión de entrada de 220 VAC a otra tensión seguida de un puente de diodos y algún filtro para estabilizar la salida.

El inconveniente de las fuentes lineales es su gran tamaño y que disipan gran parte de la energía en calor. Las necesidades en la carrera aeroespacial de reducir peso y consumo de toda la electrónica llevó al primer desarrollo de fuentes de alimentación conmutadas. Así en los años cuarenta se hicieron las primeras pruebas en sistemas conmutados por parte de la NASA.

En las fuentes conmutadas el elemento característico es el regulador conmutado; éste es el encargado de mantener la tensión constante frente a las variaciones de consumo de la carga. En principio esta tecnología era muy cara y desconocida, paulatinamente, el

abaratamiento de la electrónica y la miniaturización, ha conseguido que las fuentes de alimentación conmutadas hayan bajado de costo considerablemente, ofreciendo mayor estabilidad, seguridad, eficiencia y a un precio similar a las fuentes lineales.

Dentro de este tipo de fuentes tenemos las llamadas AT y AT eXtended (ATX), las últimas son las más recientes. Las fuentes ATX pueden ser controladas de forma remota, pudiendo ser apagadas por el sistema operativo y encendidas por la tarjeta de red.

Hoy en día todas las cajas vienen equipadas con una fuente que cumple las necesidades básicas, determinados equipos tienen fuentes que llevan incorporado un regulador de velocidad para el extractor de aire dependiendo de la temperatura interna de la fuente de alimentación.



Figura 13 La fuente de poder ATX.

Y esto sigue evolucionando. Quien piense que está todo visto se sorprenderá en los siguientes años. La electrónica ha llegado a ser tan importante en nuestras vidas que no podemos pasar sin ella. Un día sin luz en casa o en la oficina paraliza prácticamente nuestra actividad. Esta nueva evolución se enfoca hacia sistemas redundantes con detección de fallos, hoy en día requerimos dos fuentes de alimentación donde antes teníamos una, además de que es necesario tener fuentes capaces de detectar posibles problemas internos de mal funcionamiento o de proximidad del fin de su ciclo de vida.

### **Fuentes redundantes.**

Uno de los factores que más influyen, desde tiempos recientes, en los ingenieros que se dedican al diseño de potencia, es la disponibilidad del sistema. En muchas áreas de negocio el acceso a la información se considera un aspecto crítico. Como resultado de ello, no pueden tolerar interrupciones en sus operaciones. Y lo que es más importante, el costo de contar con una disponibilidad incondicional se ve excedido por el coste derivado del tiempo de inactividad.

Es de todo conocidos que un corte de alimentación puede provocar un verdadero desastre en un equipo de cómputo, ya sea por que la fuente ha dejado de funcionar derivado del periodo de vida del componente o a un agente externo.

Con este pensamiento los servidores suelen llevar dos o más fuentes de energía muy particulares que pueden trabajar de distintas formas, lo más usual es que entre dos fuentes alimenten el conjunto dependiendo de las necesidades de éste, en otros casos sólo funciona una y la otra se activa al incremento de consumo de energía, y en otros casos sólo funciona una y la segunda se activa cuando detecta un fallo o una caída de tensión en la primera.

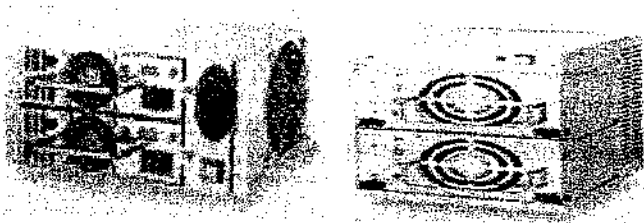


Figura 14 Fuentes Hot-Swap redundantes.

La facilidad de paralelismo para tolerancia a fallos e intercambio en pleno funcionamiento de los componentes(hot swap), se están convirtiendo en algo necesario para numerosas aplicaciones que actualmente es necesario incorporar en todos aquellos sistemas de misión crítica ya sean servidores de Bases de Datos como en servidores WEB.

Afortunadamente en el mercado se encuentran este tipo de fuentes al alcance de la gran mayoría de personas y la gran mayoría de los proveedores de hardware incluyen en sus servidores este tipo de componentes con características muy variadas, dentro de estos proveedores tenemos a IBM, HP-Compaq y DELL.

### **1.3. Configurando tarjetas de red para soportar tolerancia a fallos.**

La conectividad entre ordenadores, tal y como hoy la conocemos y explotamos masivamente, no se puede concebir sin un elemento imprescindible, las tarjetas de red. En los últimos años, estos dispositivos han ido evolucionando, según las necesidades de los usuarios, hasta llegar a la actual tecnología Gigabit(1.000 Mbps); plenas de funciones y prestaciones del máximo nivel.

Las tarjetas de red para servidores son el primer, y más importante, eslabón en la optimización del tráfico de una LAN. Además de ofrecer el mayor ancho de banda posible, estos adaptadores suelen disponer de numerosas características e innovaciones tecnológicas dirigidas a proporcionar una elevada disponibilidad y tolerancia a los posibles fallos, así como un bajo consumo de los recursos del servidor, aspectos que resultan determinantes cuando la productividad depende en gran medida del funcionamiento de la red.

Sin embargo, y a pesar de la decisiva influencia que tienen sobre el tráfico de datos que circula por las distintas redes, las tarjetas de red no gozan del protagonismo y prestigio que verdaderamente les corresponde.

Quizá esta situación se deba a que al ser uno de los componentes más económicos que conforman un servidor, no se tenga demasiado cuidado a la hora de su adquisición. Irónicamente, todo el potencial de un servidor queda en entredicho cuando el punto por el cual debe partir la información hacia la red corporativa falla o acusa un mal funcionamiento o, sencillamente, sus prestaciones no están a la altura de las circunstancias.

Hasta no hace demasiados años, el sector de las NIC tan sólo ofrecía un único tipo de tarjeta de red, válida tanto para equipos de escritorio, estaciones de trabajo o servidores.

Sin embargo, el espectacular crecimiento de las LAN, a todos los niveles, ha provocado la especialización de los diferentes dispositivos encargados de distribuir y canalizar el tráfico de red y, por consiguiente, las tarjetas de red han evolucionado para cubrir del mejor modo posible las distintas necesidades que se pueden presentar en los diferentes ámbitos de aplicación de las cada vez más variadas y diversificadas herramientas informáticas.

Las nuevas tarjetas de RED son configurables a través de un programa de software que permite la asignación de recursos del dispositivo y es mucho más fácil cuando es montada sobre los sistemas operativos que usen las librerías de auto configuración llamadas Plug and Play a diferencia de las tarjetas de RED más antiguas, que utilizaban un sistema de configuración a través de Jumpers<sup>2</sup>, para la configuración de los recursos de la misma.

Dentro de los principales recursos utilizados por una tarjeta ethernet, tenemos los siguientes:

1. Input/output Port Address (Puerto de Dirección de entrada/salida). En el computador los puertos de entrada y salida de datos son usados por las tarjetas instaladas. Estos puertos están en un rango de dirección de 200h a 3FFh, que son para uso de comandos, respuestas de lectura y la transferencia de datos.
2. Interrupt Request Line (Solicitud de Interrupción). Es el canal requerido por la tarjeta para ser atendida por el procesador del computador.
3. Direct Memory Request Line (DMA). Es una dirección fija de la memoria RAM, para ser utilizada por la tarjeta.
4. Buffers Memory Address. Las tarjetas de RED utilizan espacios de memoria dejado entre la entrada y la salida de datos del puerto de direcciones y la transferencia de datos del procesador a la misma, este espacio es ocupado por el buffer de la tarjeta en la memoria RAM (C0000h) A (FFFFFFh) y agiliza la entrada de la red al sistema operacional utilizado.

---

<sup>2</sup> Jumper. Switch de dos estados, encendido o apagado.



Las tarjetas de RED requieren un software para funcionar, el cual se denomina Driver, manejador o controlador. El controlador es proporcionado en la mayoría de los casos por la empresa fabricante del producto o por los desarrolladores del software del sistema operacional en el cual queremos que funcione la tarjeta.

En la actualidad se busca brindar disponibilidad en todos los elementos que conforman un equipo de cómputo; las tarjetas de red no son la excepción ya que se necesita que ellas estén siempre disponibles y con el mejor desempeño. Pero como lograr disponibilidad y desempeño; la respuesta está en la utilización de tarjetas de red con software (controlador) de balanceo de cargas y/o tolerancia a fallos. Actualmente podemos encontrar en el mercado este software de colaboración, el cual es llamado "*Teaming*". Esta tecnología permite tener un par de adaptadores de red trabajando como uno sólo dentro de un segmento de red; en caso de falla de un adaptador el otro se activa automáticamente siendo transparente al sistema operativo y otros dispositivos de la red.

Dentro de las características de "*Teaming*", tenemos las siguientes:

- Network Fault Tolerance. Esta característica nos permite proporcionar disponibilidad a las conexiones del servidor en caso de un fallo de un cable, puerto o de la misma tarjeta de red.

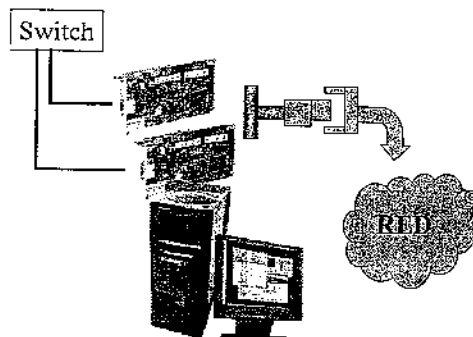


Figura 15 Teaming Fault Tolerance.

Con Fault Tolerance, se pueden configurar dos adaptadores de red con una sola dirección para que uno de ellos quede disponible y el otro en espera; para que este funcione sólo en caso de fallo del primero.

- Transmit Load Balancing. Utilizar esta opción permite manejar balanceo de carga a través de algoritmos que controlan el flujo entre las tarjetas de red; incrementando el rendimiento del equipo.
- Mixto. Es una combinación de las dos anteriores, en este caso se necesita más de dos tarjetas de red.

Este software lo podemos encontrar disponible para diferentes sistemas operativos; pero en general ha sido optimizado para usarse bajo ambientes de Microsoft Windows 2000.

Antes de utilizar software Teaming, se deben de tener las siguientes consideraciones en las tarjetas que formaran un grupo de colaboración:

- Deben de estar conectadas en el mismo segmento de red.
- En configuraciones de balanceo de carga, deben correr a la misma velocidad.
- La asignación de la dirección IP no debe de ser asignada en forma dinámica mediante servidores DHCP<sup>3</sup>.

Los Adaptador de red y controladores “*Teaming*” están disponibles por algunos fabricantes de hardware para proporcionar alta disponibilidad y tolerancia a fallos; dentro de ellos Tenemos a HP-Compaq el cual implementa dichas tarjetas en sus servidores Proliant.

---

<sup>3</sup> DHCP. Acronimo de Dynamic Host Configuration Protocol; son servidores encargados de la configuración de los parámetros de protocolo TCP/IP de un conjunto de equipos que se encuentran en la red.

Hasta el momento hemos visto como podemos brindar redundancia a tres dispositivos de un equipo:

- Almacenamiento interno.
- Fuentes de energía.
- Comunicación vía red.

En servidores que almacenan grandes cantidades de información como por ejemplo, servidores de bases de datos, se hace necesario contar con tecnologías que proporcionen no solo un nivel de tolerancia a fallos elevado, sino también que brinden un nivel de rendimiento de acorde a las necesidades de los negocios.

En el siguiente capítulo se mostraran las tecnologías disponibles en el mercado para el almacenamiento externo; las cuales satisfacen las necesidades de rendimiento y disponibilidad que las empresas requieren.

## **CAPÍTULO 2. SAN Y ALTA DISPONIBILIDAD.**

2.1. TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO AVANZADAS.

2.2. STORAGE AREA NETWORK (SAN).

2.3. EL PAPEL DE LA SAN DENTRO DE LA ALTA  
DISPONIBILIDAD.

## **CAPÍTULO 2. SAN Y ALTA DISPONIBILIDAD.**

### **2.1. Tecnologías de almacenamiento avanzadas.**

En los últimos años, el aumento de la necesidad de capacidad de almacenamiento ha sido exponencial. Aplicaciones como Data Warehouse, Data Mining, Internet y las aplicaciones multimedia requieren capacidades gigantescas. El incremento continuo de los contenidos, y por consecuencia de los datos, requiere aumentar los dispositivos de almacenamiento, que son accedidos por los servidores que brindan el servicio a los diferentes usuarios.

La necesidad de añadir más almacenamiento, servir a más usuarios y efectuar copias de seguridad a más datos en menos tiempo se ha convertido en una tarea fundamental. Si añadimos a ello que en muchas ocasiones las aplicaciones son críticas, es decir, no pueden detenerse ni fallar, el panorama resulta preocupante.

Este incremento del almacenamiento ha ido evolucionando a lo largo de los años en varios sistemas de almacenamiento de información dando como resultado tecnologías como: DAS, NAS y SAN. Tecnologías que a pesar de representar la evolución hoy día no se pueden considerar excluyentes y cada una de ellas responde a unas necesidades concretas en mayor o menor medida.

## Direct Attached Storage (DAS).

DAS es un dispositivo de sistemas abiertos<sup>4</sup>, el cual es conectado a un servidor con un enlace dedicado. Una DAS es un medio de almacenamiento externo, el cual utiliza una conexión SCSI. Este tipo de tecnología provee almacenamiento para múltiples clientes a través de un servidor y un dispositivo de almacenamiento.

En una DAS se provee de mecanismos de tolerancia a fallos, mediante la configuración de tecnologías RAID.

Muchas empresas utilizan este sistema de almacenamiento conectado a servidores individuales con software de administración que reside en el mismo equipo. Esta estrategia produce islas de datos dispersos dentro de un ambiente de IT<sup>5</sup> e incrementa la labor de administración.

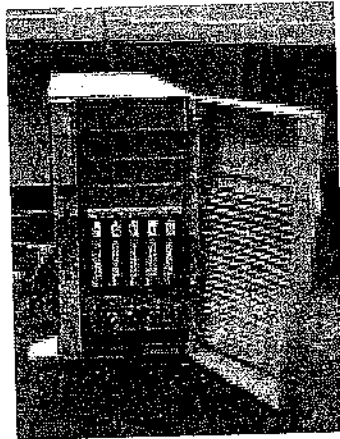


Figura 16 Arreglo de discos Externo.

<sup>4</sup> Dispositivo de sistema abierto, es aquel que no depende del sistema operativo para operar; este dispositivo puede operar bajo distintos sistemas operativos (UNIX, WINDOWS, NOVELL), pero sólo puede ser accedido por uno a la vez.

<sup>5</sup> IT. Information Technologies, también llamada tecnologías de información.

Dentro de las ventajas que tenemos en una DAS, son:

- Bajo precio inicial. Ya que son pocos los componentes que se requieren para su implementación.
- Instalación sencilla y rápida. Debido a que la conexión hacia estos dispositivos se realiza mediante conexiones SCSI.

Los inconvenientes de esta tecnología son:

- Desperdicio de Recursos, al existir diferentes servidores con diferentes arreglos de discos, podemos tener dos arreglos conectados a dos servidores distintos y la cantidad de información que utilicen sea diferente.
- Redundancia no planeada. Puede ser necesario que la información que resida en el arreglo de discos necesite ser accedida por diferentes aplicaciones en un ambiente heterogéneo (UNIX-NT), con lo cual daría lugar a información duplicada en diferentes servidores.
- Modelo de administración basada en servidores. Todas las operaciones de administración deben ser realizadas en cada uno de los servidores individuales.

## Network Attached Storage (NAS).

Como respuesta a las necesidades de administración y trabajo discreto de sistemas de almacenamiento, NAS surge como otra estrategia en el almacenamiento de información. Los dispositivos NAS permiten compartir datos dentro de ambientes heterogéneos y es utilizado principalmente para el almacenamiento de información de pequeños negocios.

NAS es un dispositivo de almacenamiento de red con una dirección conectado a la LAN. Las peticiones de archivos se realizan desde el servidor principal al servidor de archivos NAS utilizando protocolos TCP/IP o IPX; un sistema NAS es un dispositivo de propósito especial que es diseñado para servir archivos a clientes sobre una LAN con capacidades cercanas a 1 Thera byte.

NAS provee un acceso compartido de alto desempeño a datos. No es necesario que el dispositivo NAS esté localizado dentro del servidor, puede existir en algún lugar dentro de la LAN. En este diseño centralizado el servidor maneja todo el procesamiento de los datos pero el dispositivo NAS envía los datos al usuario o cliente.

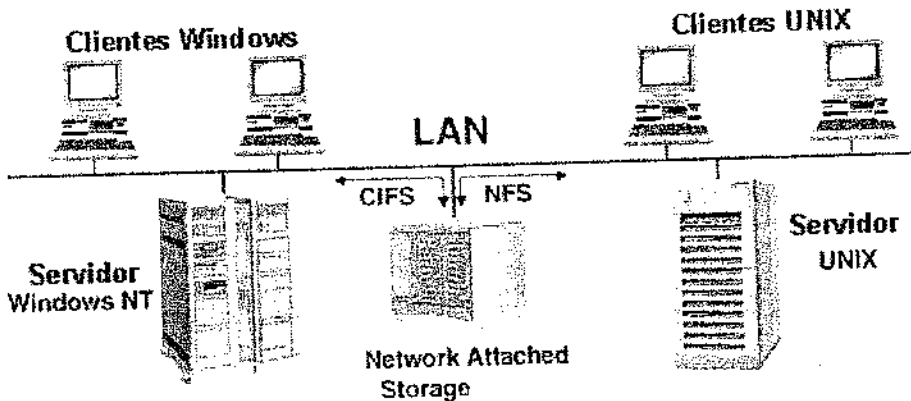


Figura 17 Sistema NAS dentro de una LAN.



Dentro de las ventajas que tenemos en una NAS, son:

- Optimización del almacenamiento heterogéneo. Debido a que se utiliza un sistema de almacenamiento centralizado para más de un servidor con diferente plataforma (UNIX-NT).
- Escalable al agregar más dispositivos NAS. Se pueden agregar tantos dispositivos NAS como se requieran para satisfacer las necesidades del negocio.
- Administración remota. Se pueden administrar los diferentes dispositivos desde un sólo servidor con un software de administración.

Los inconvenientes de esta tecnología son:

- Genera mucho tráfico de red en entornos de mucha demanda de archivos generando cuellos de botella en la red.
- Rendimiento limitado, debido al ancho de banda para poder soportar a una gran cantidad de usuarios para asegurar la disponibilidad de datos.
- Incrementa el costo de administración al agregar más dispositivos NAS.

## 2.2. Storage Area Network (SAN).

Para dar solución al volumen creciente de datos almacenados en los actuales entornos de red surgió el concepto de **Storage Area Network (SAN)**, una subred separada de la red principal especializada en almacenamiento, que se construye sobre una interfaz de canal de fibra óptica, que permite cubrir distancias mayores de conectividad entre dispositivos (hasta 10 Km.), admite mayores anchos de banda, una conectividad mucho más sencilla y un nivel de fiabilidad más alto que en DAS o NAS, liberándose del tráfico relacionado con el almacenamiento de la LAN, lo que se traduce en un aumento de la velocidad a la que los datos se transfieren ya que se trata de una red dedicada y de alta velocidad, que establece una conexión directa entre los servidores y las unidades de almacenamiento.

<b>Ventajas:</b>	<b>Inconvenientes:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ideal para consolidación de almacenamiento.</li><li>• Gestión centralizada.</li><li>• Integración con esquemas de respaldo.</li><li>• Alta disponibilidad.</li><li>• Escalabilidad y rendimiento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es una solución que involucra un costo más elevado que las soluciones anteriores.</li></ul>

La Asociación para la Industria de Redes de Almacenamiento define SAN como *“Una red cuyo propósito principal es la transferencia de datos entre servidores y subsistemas de almacenamiento, así como entre subsistemas de almacenamiento”*. El objetivo último de la tecnología SAN es reducir la complejidad de la administración de dispositivos de almacenamiento, tanto en la red como cuando se encuentran unidos a redes heterogéneas de computadores. Esto implica disminuir en todo lo posible la intervención humana en la función de almacenamiento, sin que ello suponga un deterioro del rendimiento o la disponibilidad.

## Topología de una SAN

Una SAN está compuesta por:

- Equipos de comunicaciones para proveer conectividad a alta velocidad.
- Sistemas de almacenamiento.
- Sistemas de respaldo.
- Software SAN de aplicaciones para administrar la SAN.

Dentro de los estándares de la industria una SAN debe soportar cualquier:

- Aplicación.
- Sistema de archivos.
- Sistema Operativo.
- Plataforma de servidores.
- Sistemas de almacenamiento.
- Librería de cintas.
- Dispositivos de interconectividad.

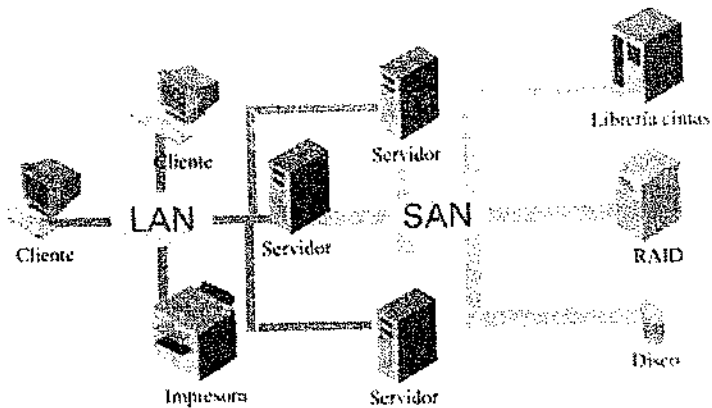


Figura 18 Sistema SAN dentro de una LAN.

Mediante una implementación SAN creamos una red propia de almacenamiento, que permite compartir recursos entre diferentes plataformas ejecutándose al mismo tiempo, como por ejemplo UNIX y Windows 2003, Windows 2000 o Windows NT, utilizando sistemas RAID y un conjunto de librerías para copia de seguridad a alta velocidad sin ningún impacto en la LAN.

La implementación de una red SAN nos proporciona la manera más racional de gestionar y administrar los dispositivos de almacenamiento de forma dedicada y especializada, tanto en plataformas homogéneas como heterogéneas, de forma escalable y segura.

A diferencia de la forma tradicional de conectar directamente el dispositivo de almacenamiento, una SAN conecta dispositivos de almacenamiento a servidores en un ambiente de red, usando concentradores, conmutadores, ruteadores y puentes en la topología, permitiendo que todos los dispositivos de almacenamiento estén disponibles a todos los servidores en la red.

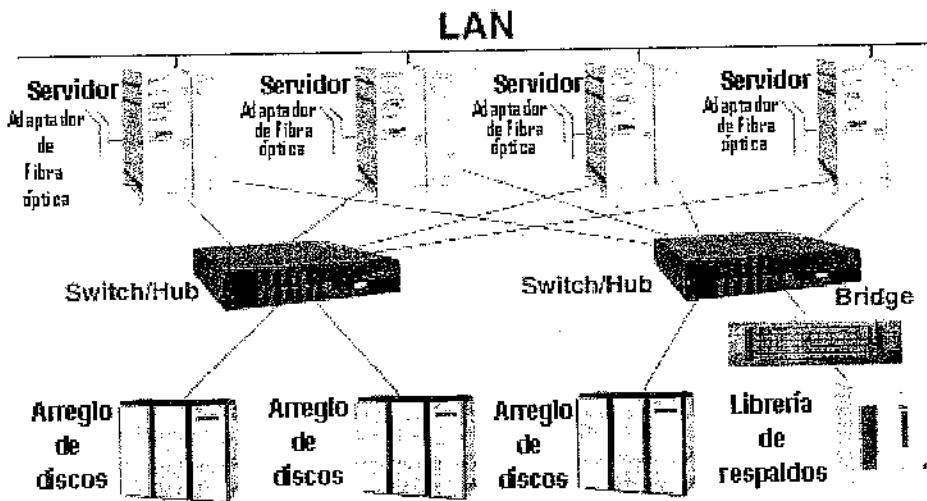


Figura 19 Topología de una SAN.

La fibra óptica es el medio más común que se usa en SAN, lo cual permite cubrir distancias considerables de conectividad y mejor desempeño que la tecnología SCSI.

Por otro lado es la mejor solución para realizar un backup desatendido y seguro, con un impacto mínimo en el servidor y alcanzando actualmente velocidades de transferencia de hasta 1,4 GB/min.

Finalmente en una SAN, debido a que los datos no residen directamente en los servidores, el poder de cómputo del servidor es utilizado para las aplicaciones que en él residen.

## Categorías en la arquitectura de una SAN.

La arquitectura de una SAN se clasifica en cuatro categorías:

- Nivel 1 Single Non-Meshed Fabric / Single Server and Storage Paths. Este diseño implementa una conexión por canal de fibra sencillo hacia un switch, el cual a su vez se conecta también con un conector de fibra hacia el sistema de almacenamiento.

Los switches se comunican hacia los servidores tienen un sólo camino por el cual fluye la información. Este diseño no provee redundancia ya que en caso de que el switch o la tarjeta de fibra que se encuentra en los servidores falle, el flujo de datos se detiene.

Este es el método más sencillo de conexión de una SAN.

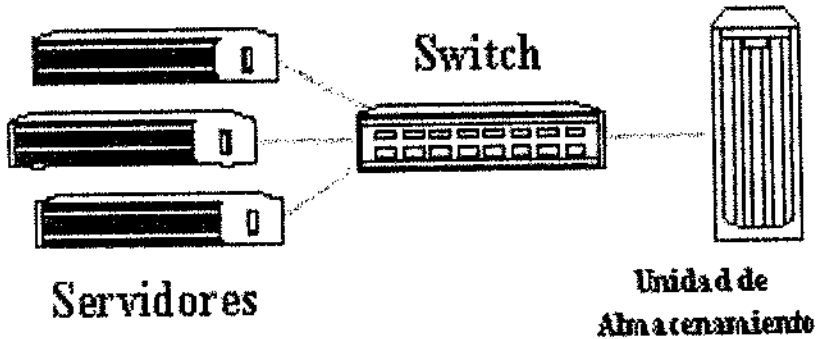


Figura 20 Nivel 1 de una SAN.

- Nivel 2 Single Meshed or Cascaded Fabric / Single Server and Storage Paths. Este diseño incorpora más de un inter-switch link (ISL) en el diseño, los cuales se encuentran conectados hacia los sistemas de almacenamiento.

En este diseño existe comunicación entre los switches y los sistemas de almacenamiento brindando así múltiples caminos o rutas por las cuales fluye la información.

Los servidores son conectados a los dispositivos de almacenamiento usando rutas sencillas hacia los switches; pero se utiliza una conexión doble entre switches, en caso de que el medio de conexión de un switch falle, automáticamente se enrutan los datos hacia una ruta alternativa, proporcionando un flujo de datos ininterrumpido hacia los sistemas de almacenamiento.

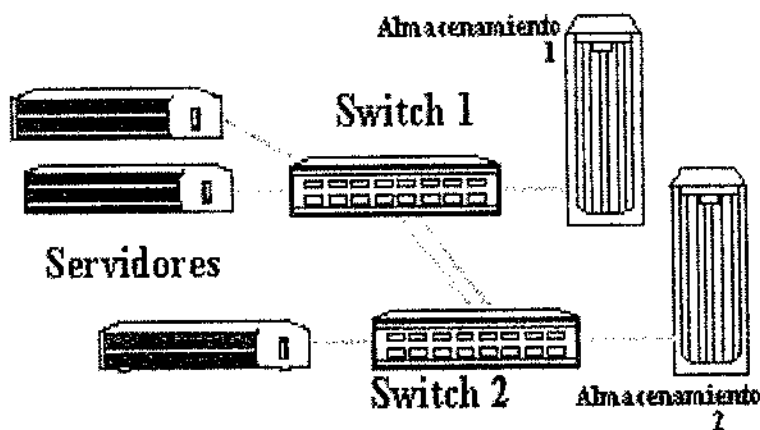


Figura 21 Nivel 2 de una SAN.

- Nivel 3 Single Meshed ó Cascaded Fabric / Multiple Server and Storage paths. Este diseño es muy similar al nivel 2 en cuanto al uso de más de un Switch para el acceso a los sistemas de almacenamiento; pero adiciona más de una conexión entre los dispositivos, proporcionando así múltiples caminos entre los servidores y los dispositivos de almacenamiento.

Este nivel ofrece los beneficios de la tolerancia a fallos en la comunicación hacia los sistemas de almacenamiento; al tener conectados múltiples servidores hacia los switches con múltiples rutas.

En caso de falla de alguno de los switches, adaptadores de fibra en los servidores, puertos del switch o falla del medio de canal de fibra, automáticamente se proporciona el enrutamiento del flujo de información.

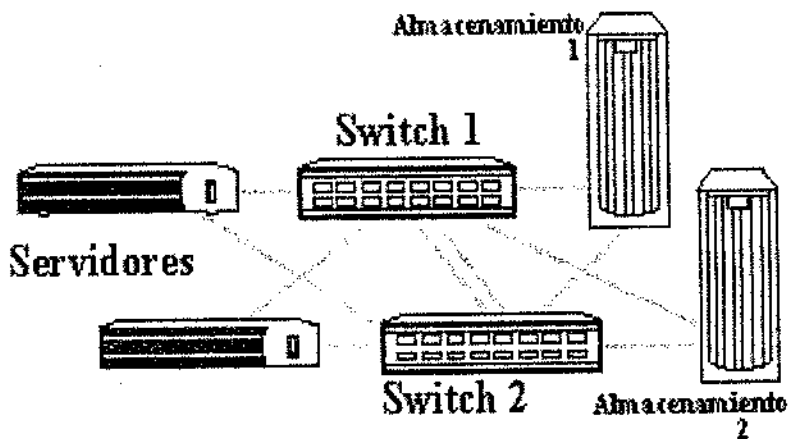


Figura 22 Nivel 3 de una SAN.



- Nivel 4 Multiple Fabrics / Múltiple Server and Storage paths. Tanto el nivel 3 como el nivel 4 proveen múltiples caminos entre los servidores y el almacenamiento a través de la interconexión múltiple entre sus dispositivos.

El nivel 4 incorpora switches de diferentes proveedores, ofreciendo así el más alto nivel de disponibilidad y menor punto de falla, al minimizar defectos de fabrica en algún modelo.

En el nivel 4 todas las rutas de conexión hacia el almacenamiento son habilitadas y usadas en forma simultanea.

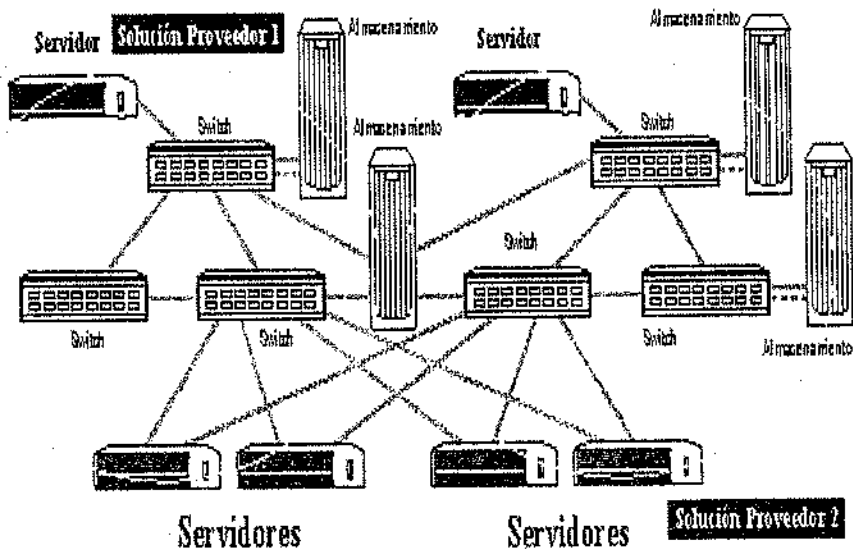


Figura 23 Nivel 4 de una SAN.

### **2.3. EL papel de la SAN dentro de la Alta Disponibilidad.**

Hoy en día los negocios de cómputo necesitan implementar ambientes diseñados para disponibilidad continua y sin interrupciones.

La disponibilidad es una característica del tiempo en que un servidor o dispositivo está disponible contra la habilidad de mantener el servicio independientemente del fallo en un componente ó software, ya sea planeado o no. Esta habilidad se expresa en términos de porcentaje.

El rápido crecimiento de Internet como un medio para conducir a los negocios, ha incrementado el desarrollo de soluciones de Alta Disponibilidad dentro de la Industria de IT.

El uso de aplicaciones que generan una gran cantidad de información crítica, la cual es necesario respaldar sin que ello afecte el rendimiento de nuestras aplicaciones aunado a dispositivos capaces de diagnosticar problemas en su operación ha sido el enfoque de la Alta Disponibilidad en Hardware. SAN puede proveer estas características dentro de las aplicaciones de negocio eliminando puntos de falla. Mas aún se incorpora como una pieza fundamental dentro del diseño de topologías de Alta Disponibilidad combinándose con tecnologías en Cluster, satisfaciendo así una gran demanda de necesidades.

## **Beneficios de una SAN.**

Dentro de las ventajas que se pueden mencionar de una SAN, tenemos las siguientes:

- Protección de la inversión actual y futura / Conectividad modular: Mediante el empleo de dispositivos modulares como hubs, switches, bridges y routers; se pueden crear topologías totalmente flexibles y escalables, asegurando la inversión desde el primer día y, lo que es más importante, aprovechando dispositivos SCSI de costo considerable como subsistemas RAID SCSI a SCSI, librerías de cintas o torres de CD-ROM, ya que a través de un bridge Fibre Channel a SCSI podemos conectarlos directamente a la SAN. Puesto que están en su propia red, son accesibles por todos los usuarios de manera inmediata.
- SAN es una red de almacenamiento de altas prestaciones. Su función es centralizar el almacenamiento de los archivos en una red de alta velocidad y máxima seguridad. Es una solución global donde se comparte todos los recursos de almacenamiento de una compañía.
- Ancho de banda amplio. El ancho de banda actual de hasta 200 Mbytes/segundo con doble adaptador Fibre Channel. La tecnología Fibre Channel permite un incremento del ancho de banda efectivo de entre 2, 5 y 10 veces la obtenida sobre una plataforma SCSI. Si en la actualidad el ancho de banda es de 1 Gb/s, el nuevo estándar especifica anchos de entre 2 a 4 Gb/s.
- Tolerancia a fallos. Permitiendo la ejecución de aplicaciones críticas 7x24.

- Centralización de respaldos. Copia de seguridad independiente de la LAN: el sistema de copia se conecta a la SAN, por lo que es posible realizar el backup en línea, sin afectar al trabajo de los usuarios y ejecutándose en un tiempo mínimo con un impacto prácticamente cero en el servidor, si se emplean dispositivos con soporte y software de copia de seguridad.
- Uso compartido de archivos entre servidores en entornos heterogéneos (Unix, NT, MacOS, ...).
- Alta escalabilidad y larga distancia entre nodos de la red. Dependiendo de la topología SAN utilizada podemos interconectar hasta 126 nodos, a distancias entre ellos de 30 metros en el caso de utilizar cable de cobre y de hasta 10 Km si se emplea cable de fibra óptica, alcanzando capacidades de cientos de Terabytes. Esta escalabilidad es impensable en entornos SCSI y permite planificar una red SAN simplemente añadiendo dispositivos a medida que las necesidades lo requieren.
- Alta disponibilidad. El canal de fibra óptica incluye soporte de conexión dual. Con ello se proporciona un camino alternativo a la señal en el caso de que un cable falle o sea accidentalmente desconectado. De nada sirve un sistema RAID tolerante al fallo si el único camino para acceder a él se interrumpe, bien sea por el fallo de un componente o por la desconexión accidental de un cable.

- Fácil Administración/Gestión centralizada. Puesto que la tecnología de canal de fibra óptica no es la evolución de una tecnología existente sino que parte de cero, ha podido definir libremente una serie de nuevas posibilidades imposibles de implementar hasta ahora. Uno de estos aspectos es la gestión global de todos y cada uno de los dispositivos de almacenamiento que forman parte de la red. Ello supone desde el control de conexión o desconexión de un puerto de forma remota, hasta el control de nodos o bucles, pasando por el control del estado de las cabinas, dispositivos de almacenamiento, hubs y switches, etc. Y puesto que Fibre Channel es un medio de transmisión, es independiente del protocolo que transporta. Ello hace que podamos utilizar protocolos ampliamente extendidos en la industria como SES (SCSI Enclosure Services), SAF-TE (SCSI Accessed Fault Tolerant Enclosure), SMART (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology), SNMP (Simple Network Management Protocol) y WBEM (Web-based Enterprise Management). La mayoría de las aplicaciones de administración de red emplean estos protocolos, mediante los cuales podemos controlar y optimizar el tráfico de toda la red, diagnosticar de manera más rápida y eficiente problemas, evitando caídas del sistema con el ahorro de costes que ello supone. Además, en la SAN la centralización desde una única consola permite una gestión más eficiente de los sistemas de almacenamiento.
  
- Fácil Integración. Las posibilidades de conectividad junto con la posibilidad de realizar *hot plug*<sup>6</sup> de dispositivos facilitan la adición de componentes sin detener el servidor o servidores. Además, la flexibilidad de poder utilizar indistintamente cable de cobre o fibra óptica en cualquier punto de la red, facilita la instalación e implementación de futuras expansiones.

---

<sup>6</sup> Hot Plug o conexión en caliente. Supone insertar o desconectar dispositivos sin apagar el equipo de computó.

- Bajo costo de mantenimiento. Es fácil deducir que disponer de una red con dispositivos *hot swap*, con potentes herramientas de gestión y administración, facilita enormemente las tareas de mantenimiento. Además, estas herramientas proporcionan elementos de análisis que permiten diagnosticar, incluso antes de que se produzcan, problemas en la red. Con ello se obtienen ahorros derivados del tiempo de no-utilización del acceso a los datos. Además, la gestión centralizada gracias a una SAN reduce drásticamente los gastos de gestión del almacenamiento y aumenta tanto la consistencia y dimensión del control de los administradores del sistema, como la disponibilidad de los datos.

## Aplicaciones de una SAN.

La implementación de una SAN es imprescindible en cualquiera de estas situaciones:

- Máxima velocidad de acceso a los datos.
- Si la cantidad de datos que manejan los usuarios cada vez es mayor y necesitan mayor capacidad de almacenamiento.
- Si se dispone de servidores críticos: bases de datos, correo y/o comercio electrónico, aplicaciones críticas, servidores web, etc.
- Si necesita realizar respaldo de los archivos de la red de una manera rápida, segura, eficaz y desatendida.
- Si necesita una gestión centralizada de los recursos de almacenamiento.

Los beneficios de una SAN son especialmente interesantes en aplicaciones como Data Warehouse, Data Mining, bases de datos, procesos OLTP, backup y restauración de datos, servicios WEB, e-business, aplicaciones multimedia y, en definitiva, cualquier entorno que requiera sistemas de gestión de almacenamiento de alta disponibilidad.

Entre las principales compañías proveedoras de esta tecnología están: EMC<sup>2</sup>, HP-Compaq, IBM, Adexus, Dicec, Gemelo, Hitachi, y Reifschneider.

Como ya hemos visto en los capítulos anteriores la redundancia para lograr tolerancia a fallos, puede darse a nivel de dispositivos; pero ¿Qué pasa cuando un equipo completo falla? o ¿Qué pasa cuando es necesario dar mantenimiento a un equipo de misión crítica?, la respuesta a estas preguntas la daré en el siguiente capítulo; el cual pretende mostrar el uso de tecnologías capaces de soportar este tipo de eventualidades.

## **CAPÍTULO 3. SERVIDORES EN CLUSTER.**

3.1. TECNOLOGÍA EN CLUSTER.

3.2. ELEMENTOS DE UN CLUSTER.

3.3. CONEXIÓN Y CONSTRUCCIÓN FÍSICA DE UN CLUSTER.



## **CAPÍTULO 3. SERVIDORES EN CLUSTER.**

### **3.1. Tecnología en cluster.**

#### **Antecedentes.**

Los clusters son la principal alternativa para el alto desempeño en computación. High Performance Computing HPC.

El proyecto Beowulf Cluster inicio en la Goddard Space Flight Center (GSFC) en el verano de 1994 cuando se ensamblaron 16 nodos clusters, para el desarrollo de las ciencias de la tierra y el espacio. Este equipo fue formado con 16 nodos DX4 conectados con canal ethernet obteniendo un poder de procesamiento de un GigaFLOP (Floting Point Operation / sec.) a un bajo costo. Con los resultados obtenidos, esta idea extendió rápidamente a la NASA, a algunos laboratorios y a diversas universidades al rededor del mundo.

Hoy en día con el aumento del flujo de información, se requiere que los sistemas tengan disponibilidad y continuidad de los servicios que proporcionan (proceso, almacenamiento y red) aún cuando falle algún elemento.

La disponibilidad viene definida por el tiempo que un recurso está disponible respecto al tiempo total que debería estarlo, en este sentido el concepto de alta disponibilidad en sistemas es cuando éste tiende al 100%.

Algunas empresas, por las operaciones que realiza, deben tener sus sistemas disponibles 24 horas al día, durante los 365 días del año; garantizando que el tiempo de parada sea mínimo (ya sea programado o no). Generalmente el concepto de alta disponibilidad es necesario, no sólo en estos casos sino también en todo recurso crítico donde no pueden sufrirse interrupciones en la prestación de servicios.

La tecnología en cluster es una solución de Alta Disponibilidad para la rápida recuperación de un sistema en caso de falla.

El cluster ofrece a la empresa un excelente desarrollo, y capacidades para el diseño y administración de los sistemas de cómputo; optimizando las operaciones de la empresa mediante la creación de un entorno donde se reducen los tiempos de interrupción del servicio, por medio de la detección y recuperación de fallos en forma automática, asegurando así la continua disponibilidad de las aplicaciones críticas de la empresa.

## Tecnología Cluster.

Un cluster es un grupo de equipos independientes que ejecutan una serie de aplicaciones de forma conjunta y aparecen ante clientes y aplicaciones como un sólo sistema. Los clusters permiten aumentar la escalabilidad, disponibilidad y fiabilidad de múltiples niveles de red.

La escalabilidad es la capacidad de un equipo para hacer frente a volúmenes de trabajo cada vez mayores sin dejar de prestar un nivel de rendimiento aceptable. Existen dos tipos de escalabilidad:

- Escalabilidad del hardware (también denominada “escalamiento vertical”). Se basa en la utilización de un gran equipo cuya capacidad se aumenta a medida que lo exige la carga de trabajo existente.
- Escalabilidad del software (también denominada “escalamiento horizontal”). Se basa, en cambio, en la utilización de un cluster compuesto de varios equipos de mediana potencia que funcionan de forma muy parecida a como lo hacen las unidades de un RAID. Se utilizan el término RAC (Redundant Array of Computers o Array redundante de equipos) para referirse a los clusters de escalamiento horizontal. Del mismo modo que se añaden discos a un array RAID para aumentar su rendimiento, se pueden añadir nodos a un cluster para aumentar también su rendimiento.

La disponibilidad y la fiabilidad son dos conceptos que, si bien se encuentran íntimamente relacionados, difieren ligeramente. La disponibilidad es la calidad de estar presente, listo para su uso, a mano, accesible; mientras que la fiabilidad es la probabilidad de un funcionamiento correcto. Pero hasta el más fiable de los equipos acaba fallando.

Los fabricantes de hardware intentan anticiparse a los fallos aplicando la redundancia en áreas clave como son las unidades de disco, las fuentes de alimentación, las controladoras de red y los ventiladores, pero dicha redundancia no protege a los usuarios

de los fallos de las aplicaciones. De poco servirá, por lo tanto, que un servidor sea fiable si el software de base de datos que se ejecuta en dicho servidor falla, ya que el resultado no será otro que la ausencia de disponibilidad. Esa es la razón de que un sólo equipo no pueda ofrecer los niveles de escalabilidad, disponibilidad y fiabilidad necesarios que sí ofrece un cluster.

En gran medida los clusters imitan a los discos RAID al aumentar el nivel de disponibilidad y fiabilidad. En las configuraciones de discos tolerantes a fallos, como RAID 1 o RAID 5, todos los discos funcionan conjuntamente formando un arreglo redundante de modo que cuando uno de ellos falla, sólo hay que reemplazarlo por otro; el resto del arreglo sigue funcionando sin problemas, sin necesidad de que se efectúen tareas de configuración y, lo que es más importante, sin que se produzcan tiempos muertos.

En efecto, el sistema RAID reconstruye automáticamente la unidad nueva para que funcione conjuntamente con las restantes. De igual modo, cuando falla un equipo que forma parte de un cluster, sólo hay que sustituirlo por otro. Algunos programas de cluster incluso configuran e integran el servidor de forma automática en el cluster, y todo ello sin que el cluster deje de estar disponible ni un sólo instante.

Un cluster es un conjunto de computadoras interconectadas con dispositivos de alta velocidad que actúan en conjunto usando el poder cómputo de varios CPU en combinación para resolver ciertos problemas dados.

Hoy día los supercomputadores son equipos excesivamente costosos que están fuera del alcance de empresas o instituciones pequeñas. Un cluster, siendo una combinación de equipos microcomputadores (IBM PC Compatibles), puede ser instalado inclusive por particulares y puede ofrecer rendimiento muy cercano a un Supercomputador en cuanto a poder de cómputo.

El surgimiento de plataformas computacionales de comunicación y procesamiento estándares de bajo costo, ha brindado la oportunidad a los programadores académicos de crear herramientas computacionales del dominio público o de costo razonable. Estas realidades permiten la implantación de códigos que funcionen en paralelo sobre este tipo de plataformas obteniendo un rendimiento competitivo con relación a equipos paralelos especializados cuyos costos de operación y mantenimiento son elevados.

Los Clusters han evolucionado para apoyar actividades en aplicaciones que van desde supercómputo, software de misiones críticas, servidores Web, comercio electrónico y bases de datos de alto rendimiento.

Dentro de las ventajas que tenemos en un cluster son:

- Alta Disponibilidad de recursos. Los cluster aseguran la alta disponibilidad de recursos; si uno de los nodos falla o el administrador lo coloca "offline" para su mantenimiento, las tareas se redistribuyen entre los nodos activos asegurando la disponibilidad de recursos, sin que esto se detectado por los clientes.
- Escalabilidad para crecimiento. Además de proveer Alta Disponibilidad, un cluster puede crecer en forma horizontal al incrementar: procesadores, memoria o almacenamiento. Por otro lado también puede crecer en forma vertical al incrementar más nodos ó aplicaciones.
- Administración centralizada. Típicamente en un ambiente de servidores, se utilizan diferentes herramientas de administración y monitoreo. Sin embargo en un ambiente de cluster, la administración de aplicaciones y servicios es centralizada; proporcionando un mayor control sobre los recursos, servicios y aplicaciones.
- Balanceo de carga. Un cluster no sólo provee Alta Disponibilidad, Escalabilidad y Administración Centralizada; sino también balanceo de cargas. Durante la operación normal, el software de cluster permite el balanceo manual ó automático de recursos.

En ambientes donde se demandan un uso excesivo de recursos, como en aplicaciones WEB ó correo electrónico, los cluster son la solución perfecta dentro de una granja de servidores.

- Aplicaciones Cluster-aware. Una aplicación Cluster-aware está diseñada para utilizar las características de un cluster, permitiendo balanceo de cargas y tolerancia a fallos. Estas aplicaciones crean los recursos necesarios requeridos por un cluster para su administración y monitoreo.

### 3.2. Elementos de un Cluster.

Un cluster contiene cuatro elementos básicos; tres físicos y uno lógico:

- **Nodos de Cluster.** Consiste de servidores individuales que conforman el cluster.
- **Elementos de interconexión.** Consiste en infraestructuras de comunicación que permiten la comunicación entre los nodos del cluster y la LAN.
- **Almacenamiento compartido.** Es el dispositivo utilizado por el cluster para el almacenamiento de datos.
- **Software de cluster.** Éste último, sincroniza todos los elementos del cluster a través de la creación de servidores virtuales, grupos y recursos; permitiendo su administración, dentro de éste software tenemos: Microsoft Cluster Service, LifeKeeper for Linux y Novell Cluster Services.

Para explicar cada uno de los componentes que conforman un cluster tomaremos una configuración de dos nodos, un arreglo de discos externos comunicados por canal de fibra óptica y comunicación de red mediante tarjetas Ethernet.

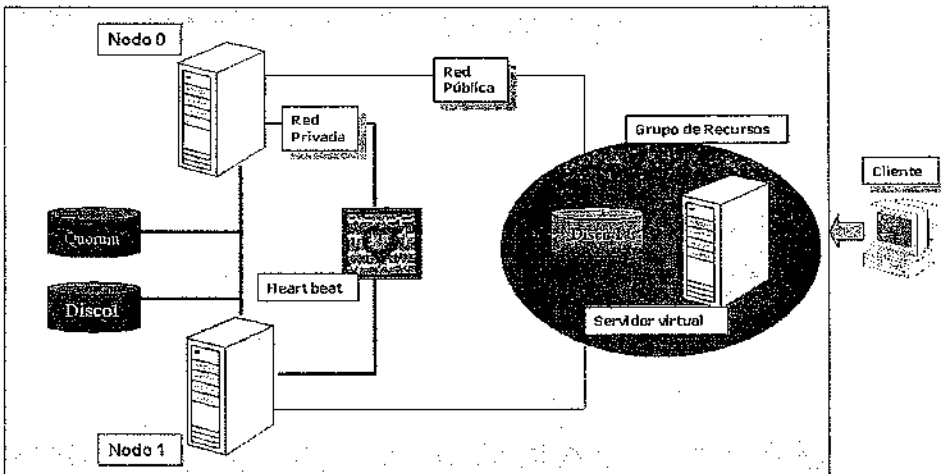


Figura 24 Componentes que conforman un cluster.

**Nodos.** Los nodos son los miembros de un cluster y son consideradas como unidades de administración del cluster; un nodo es un equipo de cómputo, que tiene al menos dos tarjetas de red y una o dos tarjetas de fibra óptica o SCSI. Los nodos pueden estar en línea o fuera de línea dependiendo de la configuración del cluster. Se recomienda que los nodos que conformaran el cluster tengan características similares en cuanto a poder de cómputo.

**Comunicaciones de cluster.** Las comunicaciones mediante las cuales se interconectan los nodos del cluster se dividen en tres:

- Red Pública. Esta red es utilizada para comunicaciones de los recursos del cluster con los clientes; estos recursos pueden ser: servicios de bases de datos, servicios WEB o servicios de aplicaciones.
- Red Privada. Esta red es utilizada para comunicaciones internas del cluster entre cada uno de los nodos que lo conforman; través de esta red viaja el Heartbeat.
- Red Mixta. Es una combinación de las anteriores.

Por rendimiento, se recomienda manejar diferentes segmentos de red para las comunicaciones públicas y privadas; pero un cluster también admite comunicación mixta dentro de la red.

**HeartBeat.** Cada nodo en un cluster periódicamente intercambia secuencias de paquetes de información para determinar el correcto funcionamiento de los nodos, a esta secuencia se le conoce como Heartbeat.



**Discos de Cluster.** Los discos del cluster son discos compartidos que pueden ser accedidos y administrados por todos los nodos; dentro de estos discos están considerados las tecnologías DAS, NAS ó SAN<sup>7</sup>.

**Servicio de Cluster.** Es la colección de software sobre cada uno de los nodos que administra todas las actividades específicas del cluster.

**Quorum.** Cada cluster tiene un recurso especial llamado Quórum, la ruta de almacenamiento de este recurso se especifica cuando se instala el primer nodo del cluster.

El recurso de Quorum contiene los archivos de configuración del cluster como son: Información de los nodos, información de servidores virtuales, grupos y recursos de cluster, así como también archivos de bitácoras.

Este recurso es administrado por uno de los nodos; pero es accedido por todos los demás nodos y sólo en caso de falla del nodo que posee este recurso, pasa a ser propietario de otro nodo.

**Failover.** El failover es el proceso que se lleva acabo al mover un grupo de recursos de un nodo a otro en caso de falla del nodo propietario del grupo.

**Failback.** El failback es el proceso de regresar el grupo de recursos al nodo sobre el cual estaban ejecutándose los recursos antes del failover.

**Grupos.** Los grupos contienen colecciones de recursos que el cluster puede administrar como una unidad, los grupos sólo pueden estar activos en un nodo; el cual es llamado *owner* o propietario.

El propietario del grupo de recursos puede efectuar el movimiento del grupo en forma manual. Cada grupo puede tener configuraciones específicas de *Failover* o *Failback* así como la definición del propietario preferente.

---

<sup>7</sup> Para más información sobre estas tecnologías, revisar Capítulo 2.

**Recursos.** Los recursos son la unidad básica que el servicio de cluster puede administrar, ejemplos de estos recursos son:

- Dispositivos físicos de hardware como discos duros.
- Dispositivos lógicos como direcciones IP, nombres de red y servicios.

Los recursos pueden tener cinco estados, los cuales son:

- Offline. El recurso no está disponible para el uso de los clientes u otro recurso.
- Online. El recurso está disponible.
- Online Pending. El recurso está en proceso de estar disponible.
- Offline Pending. El recurso está en proceso de salir de línea.
- Failed. El servicio trató de iniciar, pero falló.

El movimiento de los diferentes estados de un recurso puede cambiar en forma manual o automática durante un proceso de *Failover* ó *Failback*.

**Servidor virtual.** Es el recurso que se configura dentro del cluster para aparecer como un servidor físico a los clientes.

## Modelos de cluster.

Existen tres modelos básicos de cluster:

- Shared-nothing.
- Shared-disk.
- Shared-everything.

El modelo *Shared-nothing*, es el más utilizado en tecnologías de cluster, en esta arquitectura todos los nodos pueden acceder a los recursos compartidos dentro del sistema de almacenamiento; pero no al mismo tiempo. Cada nodo es propietario de un grupo de recursos y por consiguiente de un grupo de recursos compartidos.

*Shared-disk*. En este modelo el software que es instalado sobre cada uno de los nodos puede acceder a los recursos compartidos conectados al cluster al mismo tiempo. En este modelo se utiliza un software que ayuda a la sincronización de los datos; típicamente llamado *Distribute Lock Manager (DLM)*. La desventaja de este modelo es que reduce el rendimiento del cluster al agregar paquetes adicionales entre los nodos.

*Shared-everything*. En este modelo el software del cluster ve todos los recursos como una unidad.

## Configuraciones de cluster.

Todos los clusters tiene diferentes niveles de funcionalidad. Aunque las características específicas de cada solución varíen, existen factores que determinan la funcionalidad de un cluster:

- La redundancia proporcionada por los servidores o los nodos.
- La forma en que el software de cluster unifica los nodos.
- El procesamiento distribuido soportado por el sistema operativo.
- La rapidez y fiabilidad con que los nodos se comunican entre sí.

La configuraciones de cluster son dos:

- Activo / Pasivo.
- Activo / Activo.

### Configuración Activo / Pasivo.

En esta configuración sólo uno de los nodos provee el servicio de todos los recursos del cluster a los clientes; mientras que el otro nodo se encuentra de reserva para el caso de que el primer nodo falle. Esta capacidad provee alta disponibilidad y tolerancia a fallos. En el caso de existir más de dos nodos, se deja uno de reserva.

Las ventajas de esta configuración son las siguientes:

- **Full-server mirroring.** No existe pérdida de datos como resultado del fallo de hardware.
- **No performance degradation to primary server.** Todos los datos en el servidor activo son vistos por el servidor pasivo en caso de falla sin que ocurra una baja de rendimiento del nodo activo.

- **Automatic and transparent failover.** Al ocurrir un fallo en uno de los nodos, ocurre un movimiento de recursos del nodo fallido hacia el nodo pasivo en forma automática.
- **Industry-standard hardware.** El hardware no es necesario que sea idéntico para el nodo pasivo.
- **Online hardware maintenance.** Permite a los administradores dar de baja en forma manual el servidor activo para mantenimientos de hardware; en este caso el servidor pasivo continúa brindando el servicio de recursos a los clientes.

### **Configuración Activo / Activo.**

Todos los nodos proporcionan el servicio de los recursos del cluster. Esta configuración provee el mejor rendimiento debido a las siguientes características:

- Cada nodo se encuentra controlando diferentes grupos de recursos.
- En caso de falla de algún nodo, otro nodo tomará los recursos del nodo que falló.
- Al momento de que el nodo que falló se encuentre disponible volverá a tomar los recursos que administraba hasta el momento de la falla.

Esta configuración posee además la característica de balanceo de cargas de servicios, las ventajas de esta configuración son las siguientes:

- Uso de todos los nodos del cluster.
- Permite balanceo de cargas de servicios.
- Permite tolerancia a fallos.
- Permite tareas de mantenimiento programadas.

### 3.3. Conexión y construcción física de un cluster.

Un cluster es construido a partir de un nodo y posteriormente se agregan más nodos conforme se necesite; dependiendo en gran medida del sistema operativo de administración de cluster que se utilice, por ejemplo la versión de "Windows 2000 Advanced Server" soporta dos nodos y la versión "Windows 2000 Datacenter" soporta 4 nodos. A continuación se mostrará la forma en que se construye la parte física de un cluster de dos nodos, basado en equipos de plataforma Intel<sup>8</sup>. Este cluster utilizará el modelo Shared-nothing y la configuración será Activo / Pasivo.

#### Requerimientos para los equipos que conformarán cada uno de los Nodos.

Para la definición de cada uno de los nodos que conformaran el cluster se recomienda colocar dos equipos de cómputo de características similares. Se recomienda utilizar un procesador Pentium III ó IV, con 128 MB ó 256 MB en memoria RAM como mínimo y que el equipo cuente con redundancia en fuentes de alimentación.

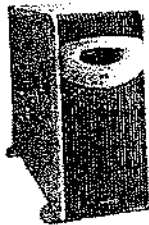


Figura 25 Nodo de un cluster.

---

<sup>8</sup> En el mercado de productos, podemos encontrar configuraciones de cluster certificadas que son ofrecidas por diferentes proveedores.

### Almacenamiento Local.

Antes de cargar el sistema operativo, se tienen que tomar en cuenta una serie de decisiones acerca de la configuración de cada uno de los nodos. Entre ellas está la configuración de los discos locales, una opción óptima es tener en cada nodo dos discos duros configurados en RAID 1, para el almacenamiento del sistema operativo; de esta forma se provee redundancia en almacenamiento local. En caso de falla de uno de los discos, el sistema operativo seguirá en operación con el segundo disco; posteriormente se puede insertar un disco duro nuevo y reconstruirlo con la información del primero; también es muy recomendable tener discos duros *Hot-Swap* para no detener la operación en los nodos.

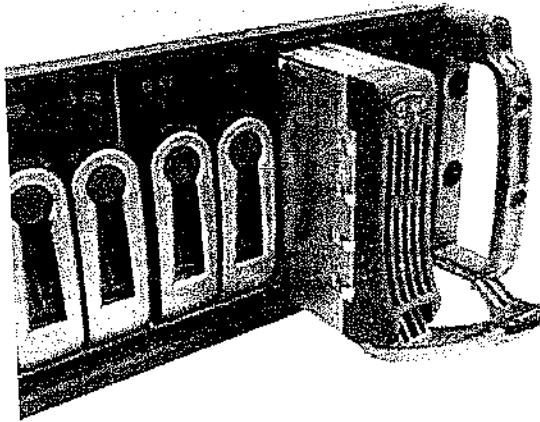


Figura 26 Discos *Hot-Swap* en RAID 1.

### Almacenamiento compartido.

Se recomienda usar un arreglo de discos externo configurado en RAID 5, con canales de comunicación SCSI ó de fibra óptica aunque también se puede utilizar NAS ó SAN.

Dependiendo del tipo de almacenamiento, se debe de contar en cada uno de los nodos con una tarjeta controladora SCSI o de fibra óptica así como con el software necesario para que el sistema operativo pueda utilizar estos dispositivos.

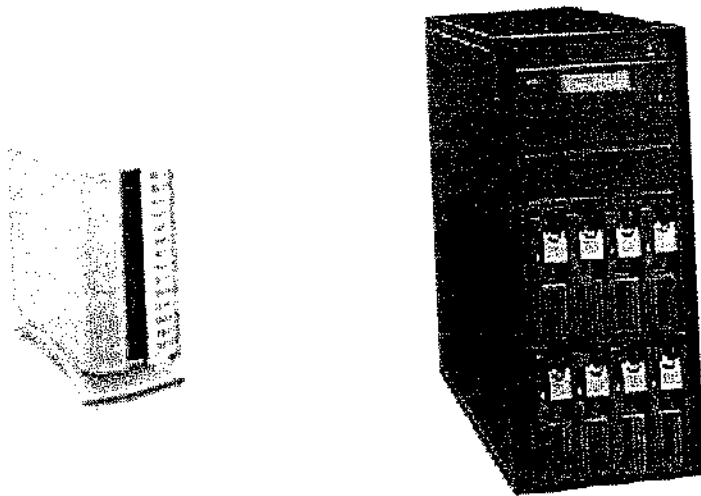


Figura 27 Arreglo de discos Externo DAS (izquierda) y NAS (derecha).



## **Conectividad de la red.**

Es muy recomendable utilizar dos tarjetas Ethernet de alta velocidad (10/100/1000 MBPS<sup>9</sup>), para el uso de la red pública y privada.

Para la conectividad entre la red privada podemos utilizar un hub o switch Ethernet dedicado; esto evitará que el tráfico de la LAN pública interfiera en la comunicación entre los nodos y viceversa.

Para incrementar aún más el ancho de banda en la red pública, se pueden instalar tarjetas de red adicionales en cada uno de los nodos e instalar software "Teaming". Para proveer tolerancia a fallos.

## **Esquema de resolución de nombres.**

Es deseable tener un *Domain Name Server*<sup>10</sup> (DNS) disponible dentro de la red; el DNS no debe estar instalado dentro de los nodos del cluster.

---

<sup>9</sup> MBPS. Acrónimo de megabits por segundo; es la cantidad de megabits transmitidos en un segundo.

<sup>10</sup> Domain Name Server, es un servidor que provee mecanismos de resolución de nombres dentro de la LAN.

### Conexión del cluster.

Una vez que los discos duros de los equipos se encuentran configurados en RAID 1, se procede a instalar los conectores SCSI de cada uno de los nodos a la unidad de arreglo de discos, posteriormente se conectan las tarjetas de red designadas para la red pública al 1er. Hub. Posteriormente las dos siguientes tarjetas se conectan a la LAN. El siguiente esquema muestra estas conexiones:

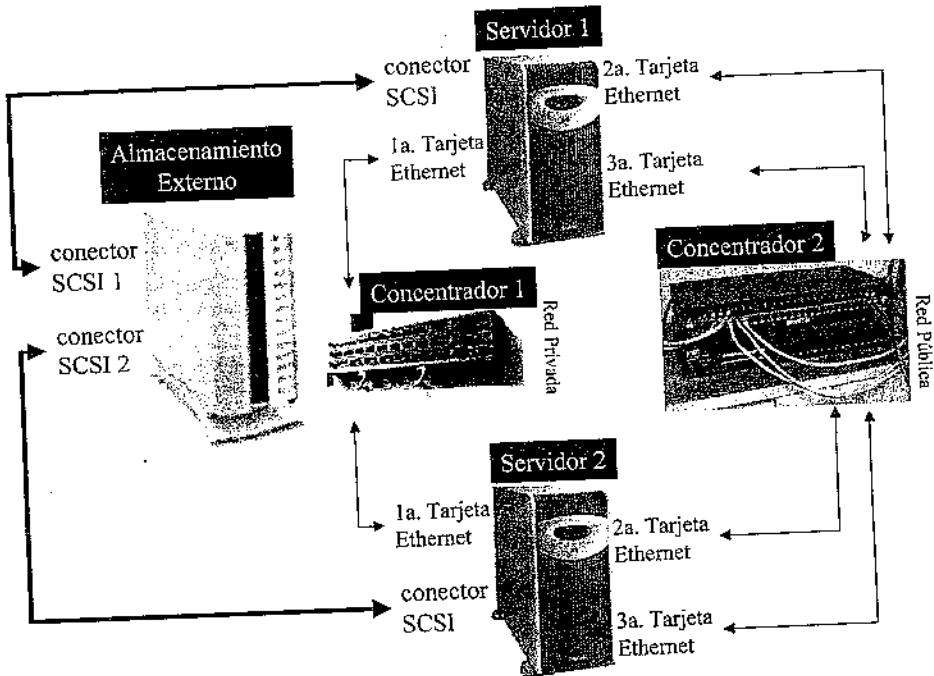


Figura 28 Conexión física de un Cluster.

## Gestión del Cluster.

Una vez armado el cluster, lo que resta es instalar el software de administración sobre el cual residirán las demás aplicaciones; éste es el componente adicional al Hardware, es la parte lógica; que se encarga de administrar todos los dispositivos que lo conforman. Este software de gestión será el encargado de:

- La administración de los nodos del cluster.
- Controlar la forma en que el cluster operara: Activo / Activo o Activo / Pasivo.
- Realizar las operaciones de Failover o Failback en forma manual o automática.
- Controlar y administrar los grupos y recursos que en el cluster residan.

En el siguiente capítulo se describirá la forma de cómo integrar el componente de software a un cluster, así como también, se mostrarán aplicaciones que proporcionen escalabilidad, rendimiento y tolerancia a fallos a servidores de bases de datos y servicios WEB.

## **CAPÍTULO 4. SOFTWARE DE ALTA DISPONIBILIDAD.**

4.1. MICROSOFT WINDOWS CLUSTERING SERVICE.

4.2. "MICROSOFT NETWORK LOAD BALANCING" E  
"INTERNET INFORMATION SERVER".

4.3. "MICROSOFT SQL SERVER 2000".

## **CAPÍTULO 4. SOFTWARE DE ALTA DISPONIBILIDAD.**

### **4.1. Microsoft Windows Clustering Service.**

A lo largo de los años, Microsoft se ha esforzado por aumentar la escalabilidad, disponibilidad y fiabilidad de sus soluciones para servidores. Con la aparición de tecnologías en cluster y los nuevos sistemas operativos se han logrado esquemas de Alta Disponibilidad, que permiten aumentar la escalabilidad, disponibilidad y fiabilidad de múltiples sistemas en la red.

Con la aparición de Microsoft Windows 2000, las soluciones de cluster de Microsoft han alcanzado una madurez considerable. Windows 2000 Advanced Server, provee servicios para el uso de tecnologías en cluster como una parte integral del producto.

Windows 2000 Advanced Server provee dos tecnologías en cluster que pueden ser usadas independientemente o en combinación:

- Network Load Balancing Service.
- Cluster Service.

Hoy en día tenemos aplicaciones centralizadas dentro de las organizaciones que incluyen sistemas como: bases de datos, servidores de correo electrónico y servidores de impresión. Cluster Service como parte del sistema operativo Windows 2000 asegura que las aplicaciones estén siempre en línea; siendo una solución ideal para proveer tolerancia a fallos.

En el capítulo anterior se mencionó que además de hardware de cluster, se necesita un software que integre todos los elementos, este software es “Cluster Service”, el cual viene incluido en la versión de Windows 2000 Advanced Server.

Cluster Service proporciona soporte para dos nodos en la versión Advanced Server; mientras que la versión Datacenter Server proporciona soporte para cuatro nodos.

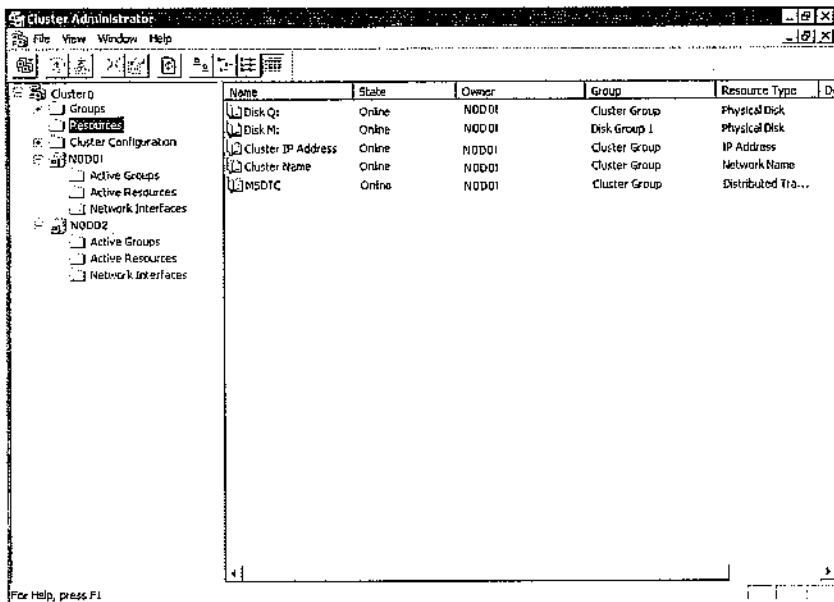


Figura 29 Pantalla del administrador de Cluster.

Dentro de las ventajas que nos proporciona este servicio son:

- Reducir el tiempo de *downtime*<sup>11</sup> no planeado. El *downtime* causado la falla de hardware o software puede ocasionar pérdidas de información y deficiencia en el servicio. Una vez instalado este servicio dentro del cluster; cuando ocurre un evento de falla en Hardware o software en alguno de los nodos, el servicio de Cluster Service mueve en forma automática las aplicaciones hacia un nodo disponible.
- Realizar mantenimientos al software o hardware sin la interrupción del servicio. Se puede realizar el movimiento manual de recursos de un nodo a otro, permitiendo llevar a cabo mantenimiento en los nodos o en el software.
- Implementar una amplia gama de productos con soporte de alta disponibilidad. En el mercado existe software que utiliza las potencias de un cluster como por ejemplo: Microsoft SQL Server 2000 (usado como manejador de bases de datos) y Microsoft Exchange Server (utilizado como servicio de correo electrónico).
- Implementar servicios de Windows 2000. Mediante los servicios de Cluster service, se pueden implementar servicios como: Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Windows Internet Name Service (WINS) y Distributed File System (DFS).

---

<sup>11</sup> Downtime. Tiempo de espera, en el cual un servicio ya no es proporcionado, debido a fallas en los sistemas de computó.

#### 4.2. “Microsoft Network Load Balancing”.

La solución NLB, permite repartir las solicitudes IP que se reciben entre los nodos en que se ejecuta. NLB ofrece escalabilidad y disponibilidad a las aplicaciones basadas en IP, tales como los servidores web. NLB permite añadir servidores al cluster a medida que los usuarios demanden una mayor cantidad de recursos de servidor con el fin de hacer frente al aumento de la carga de trabajo resultante

Los clusters NLB encaminan las solicitudes de los clientes al servidor (o servidores) de fondo. De este modo, cuando falla uno de los nodos NLB, los restantes se hacen cargo de la carga de trabajo del nodo fallido y el usuario no nota interrupción alguna del servicio.

Todos los nodos NLB comparten una dirección IP virtual que representa el recurso de red deseado (el servidor web, por ejemplo). Todos los servidores NLB reciben las solicitudes de todos los usuarios, pero sólo uno de ellos responde a dichas solicitudes. Para decidir cuál es el servidor que debe responder, se utiliza un mecanismo de reparto de carga basado en un algoritmo de hash rápido que incluye la dirección IP del cliente, su número de puerto o ambos elementos. Se puede especificar una afinidad que permita la existencia de distintos volúmenes de tráfico entre los servidores (es decir, que algunos servidores soporten más tráfico que otros).

Los nodos NLB están siempre al tanto de los cambios que se producen en el cluster, como los fallos o la adición de nodos nuevos, gracias a las señales de monitorización del funcionamiento (heartbeats). Cuando se producen cambios en el cluster, NLB inicia un proceso de convergencia, que reconcilia automáticamente dichos cambios, y redistribuye de forma transparente la carga de trabajo que se reciba.



Los orígenes de NLB se encuentran en la adquisición en 1998 por parte de Microsoft de Valence Research, firma que tiene su sede en Oregón, Estados Unidos. La solución Convoy Cluster Software de Valence Research pasó a ser, en aquel entonces, WLBS, un complemento de NT Server 4.0 y NT Server 4.0 Enterprise Edition. Cuando Microsoft desarrolló Windows 2000, le cambió el nombre a NLB y lo mejoró, pero la tecnología sobre la que se basa sigue siendo la misma. NLB forma parte integrante de los servicios de red de Windows 2000 Advanced Server y de Datacenter.

Dependiendo de las aplicaciones y servicios que son proporcionados, podemos utilizar Network Load Balancing para proveer disponibilidad, escalabilidad y rentabilidad a los servidores.

Dentro de una granja de servidores WEB con Microsoft Internet Información Server se puede implementar esta tecnología a corto plazo, sin que afecte la programación que actualmente se tiene; ya que sólo basta con instalar y configurar el servicio en más de un equipo de WEB para poder tener disponibilidad, tolerancia a fallos y escalabilidad.

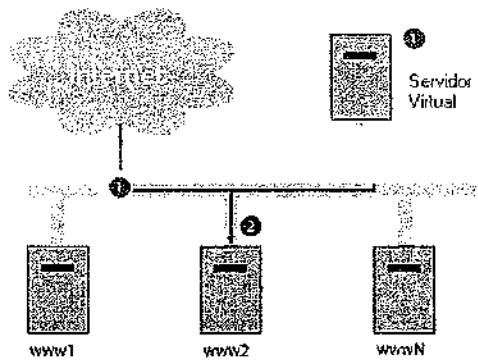


Figura 30 Pantalla de Balanceo de Carga mediante WLBS.

#### 4.3. "Microsoft SQL Server 2000".

Microsoft SQL Server 2000 es un sistema gestor de bases de datos relacionales (SGBDR). Una base de datos relacional proporciona una forma de organizar información almacenándola en tablas de bases de datos. La información relacional se puede agrupar en tablas, y también se pueden definir relaciones entre tablas; de ahí el nombre, base de datos relacional.

Los usuarios acceden a la información que está en el servidor a través de una aplicación. Los administradores acceden al servidor directamente para realizar tareas de configuración, administrativas y de mantenimiento de la base de datos.

SQL Server es una base de datos dimensionable, lo que quiere decir que puede almacenar cantidades de datos bastante grandes y que puede soportar muchos usuarios accediendo a los datos al mismo tiempo.

SQL Server nació en 1989 y ha cambiado de forma significativa desde entonces. Se han realizado grandes mejoras de integridad, la facilidad de administración y rendimiento. SQL Server se puede utilizar en dos tipos de entornos

Un sistema SQL Server se puede implementar como sistema cliente/servidor o como sistema independiente.

El sistema cliente/servidor puede tener una configuración de dos capas o de tres capas. Independientemente de la configuración, el software y las bases de datos de SQL Server residen en un equipo central llamado servidor de bases de datos. Los usuarios tienen equipos independientes llamados clientes. Los usuarios acceden a la base de datos por medio de aplicaciones en sus equipos cliente (en un sistema de dos capas) o a través de aplicaciones que se ejecutan en un equipo independiente conocido como servidor de aplicaciones (en un sistema de tres capas).

En los sistemas de dos capas los clientes ejecutan una aplicación que accede al servidor de bases de datos directamente por medio de la red. Por lo tanto el cliente ejecuta el código empresarial y el código para presentar los resultados al usuario. Este tipo de cliente se conoce como cliente pesado porque realiza esas dos operaciones. Una configuración de dos capas puede ser útil cuando el número de usuarios es relativamente pequeño, dado que cada conexión de usuario requiere recursos del sistema como memoria y bloqueos. Si se conectan un gran número de usuarios, el rendimiento del sistema decaerá debido a la contención de recursos, en cuyo caso se debería considerar una solución de tres capas.

La ventaja de un sistema de tres capas, es que se puede permitir que el servidor de aplicaciones organice todas las conexiones cliente al servidor de bases de datos, en lugar de dejar que cada cliente realice su propia conexión, lo que desperdicia recursos del servidor de bases de datos. Este concepto se denomina cola de conexiones. La cola de conexiones implica que las solicitudes de los clientes se colocan en un grupo (literalmente, una cola) para esperar la siguiente conexión disponible. Cuando una conexión se libera, puede ser utilizada para la siguiente petición de la cola. En cierto sentido, la cola de conexiones permite regular la cantidad de trabajo que se realiza en el servidor de bases de datos mediante la configuración del número de conexiones que se encuentran en la cola y, así, el número disponible para realizar el trabajo del usuario. (El número de conexiones se puede configurar por software.) Se elimina la necesidad de un gran número de conexiones de usuario que puedan agotar rápidamente los recursos y causar una disminución del rendimiento. Se puede implementar una cola de conexiones utilizando Microsoft Internet Information Server y un software de cola de conexiones como COM+, que es un servicio de componentes que se proporciona con el sistema operativo Microsoft Windows 2000.

Algunos sistemas empresariales y sitios Web necesitan más potencia de proceso que el que proporciona un único servidor. SQL Server 2000 proporciona la capacidad de dividir en particiones las tablas a lo largo de múltiples servidores que comparten la carga del proceso de la información.

Una de las características de la potencia de Microsoft SQL Server 2000, radica en poder ser montada en plataformas en Cluster. Cuando se instala el producto en este tipo de plataformas, el programa de instalación informa al usuario que se está instalando sobre un ambiente en cluster y genera los recursos y grupos necesarios para su instalación. Una vez dentro del cluster, el software administrador de cluster es el encargado de la baja y alta de los servicios.

Con este capítulo, se cierra el ciclo de componentes que pueden ser utilizados para proporcionar tolerancia a fallos, escalabilidad y rendimiento a servidores que utilicen plataforma Microsoft; el siguiente capítulo pretende mostrar un caso práctico, detallando la instalación del Sistema Operativo y software adicional.

## **CAPÍTULO 5. CASO PRÁCTICO (SISTEMA DE CALIFICACIONES).**

- 5.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA.
- 5.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO Y SERVICIO DE CLUSTER.
- 5.3. INSTALACIÓN DE SQL SERVER 2000 ENTERPRISE EDITION EN CLUSTER.
- 5.4. INSTALACIÓN DE INTERNET INFORMATION SERVER.
- 5.5. INSTALACIÓN DE MICROSOFT NETWORK LOAD BALANCING.
- 5.6. INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN.

## **CAPÍTULO 5. CASO PRÁCTICO (SISTEMA DE CALIFICACIONES).**

### **5.1. Definición del sistema.**

#### **Planteamiento del problema.**

Con la finalidad de automatizar el proceso de entrega de calificaciones de los profesores hacia el área de Servicios Escolares, se requiere un sistema que sea capaz de almacenar las calificaciones parciales de los alumnos vía Intranet durante el semestre y al final del periodo poder imprimir las calificaciones para firma.

Se requiere que el sistema esté disponible durante todo el semestre para que los profesores puedan grabar la información de los alumnos.

Actualmente se cuenta con un Dominio llamado **Servicios.escolares.edu.mx** con 1 **DC**, el cual proporciona el servicio de **DNS**; la dirección del equipo es 99.90.138.12.

## **Infraestructura del Hardware.**

Como modelo de solución del problema se plantea tener un sistema de Alta Disponibilidad en dos capas; una para Base de Datos y otra para los servicios WEB:

En la capa de almacenamiento de Base de Datos, se planea tener un cluster con dos servidores con las siguientes características:

- Procesador Pentium IV a 2.1 GHZ.
- 256 MB en RAM.
- Dos tarjetas de red Ethernet 10/100. Una para la red Pública y otra para la red Privada.
- Dos discos de 10 GB configurados en RAID 1, para proveer redundancia al sistema operativo de cada nodo.
- Una controladora SCSI, para la comunicación al medio de almacenamiento.

El medio de almacenamiento será una DAS con 5 discos duros configurados en RAID 5 y comunicados vía SCSI.

La capa de servicio WEB, estará formada por 2 servidores en balanceo de cargas con las siguientes características:

- Procesador Pentium IV a 2.1 GHZ.
- 256 MB en RAM.
- Una tarjetas de red Ethernet 10/100.
- Dos discos de 10 GB configurados en RAID 1, para proveer redundancia al sistema operativo y la información.

## Infraestructura del software.

El sistema operativo a utilizar es *Microsoft Windows 2000 Advanced Server* en todos los equipos; tanto para el servidor de Bases de Datos como para el de WEB; en forma adicional se empleara el componente *Clustering Service* para la administración del cluster; así como *Network Load Balancing* para el balanceo de cargas de los servidores WEB.

Los equipos que conformaran el cluster de base de datos serán integrados al dominio **Servicios.escolares.edu.mx**.

El motor de bases de datos que será utilizado, es *Microsoft SQL Server 2000*, por las características de soporte en cluster.

El servicio WEB, será proporcionado por *Microsoft Internet Information Server 5.0*.

En el desarrollo de las páginas web, se utilizará *Active Server Pages* para el acceso a la base de datos en SQL Server. La forma en que la página permitirá el acceso, actualización e impresión de la información, será por medio de una clave de acceso.

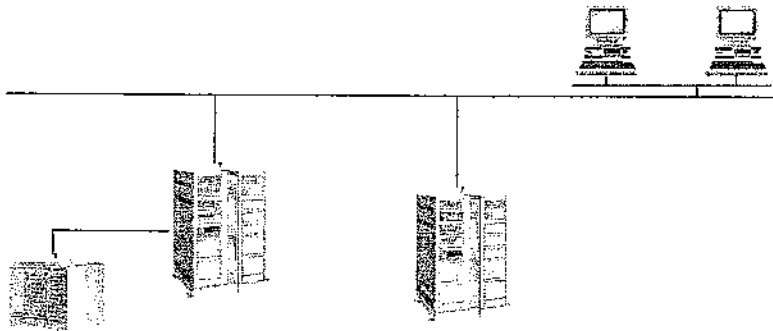


Figura 31 Esquema de solución.



## Datos de los equipos.

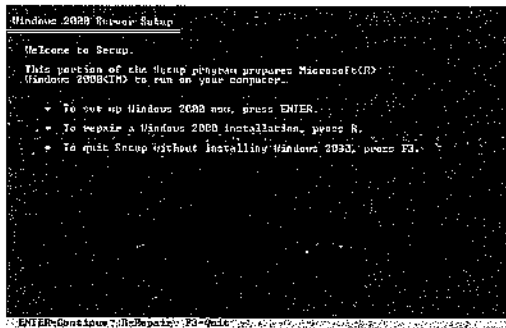
La siguiente tabla proporciona los datos de red de los equipos.

Nombre	Rol	Dirección IP	Máscara de entrada	Servidor DNS	Tipo de red
BD_Nodo1	1 nodo del cluster de BD.	99.90.138.20	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública
BD_Nodo1	1 nodo del cluster de BD.	11.11.11.121	255.255.255.0		Privada
BD_Nodo2	2 nodo del cluster de BD.	99.90.138.21	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública
BD_Nodo2	2 nodo del cluster de BD.	11.11.11.122	255.255.255.0		Privada
WB_Nodo1	1 nodo del cluster de WEB.	99.90.138.30	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública
WB_Nodo2	2 nodo del cluster de WEB.	99.90.138.31	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública
Clusweb	Servidor virtual de WNLBS.	99.90.138.40	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública
Clust1	Servidor virtual de Cluster de BD.	99.90.138.41	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública
SQLClust1	Servidor virtual de Cluster de SQL.	99.90.138.42	255.255.252.0	99.90.138.12	Pública

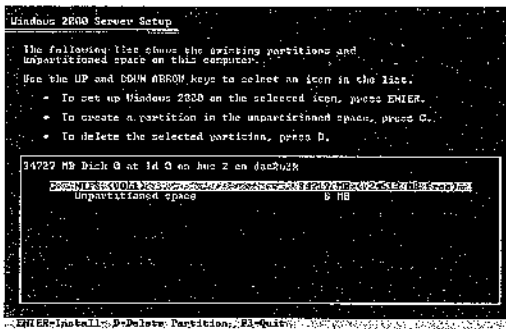
## 5.2. Instalación del Sistema Operativo y Servicio de Cluster.

A continuación se describirán los pasos necesarios para la instalación del sistema operativo en los 4 equipos que conformaran la solución y el servicio de cluster en los nodos del cluster. Para el servicio de cluster se tomará la infraestructura del hardware mencionada en el capítulo 3.

1. Encender el equipo e insertar el Disco de Instalación en la unidad de CD, una vez insertado el disco, esperar unos momentos hasta que se despliegue la pantalla de bienvenida.



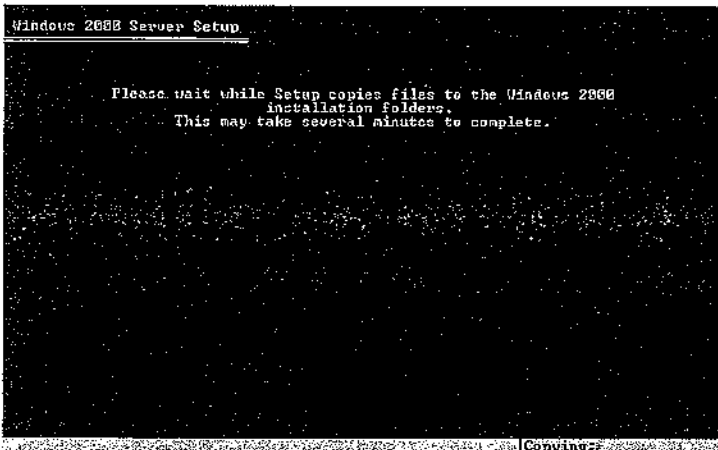
2. El siguiente paso es definir el sistema de archivos que utilizará el sistema; el sistema que se utilizará será NTFS.



3. Una vez seleccionada la unidad donde residirá el sistema operativo, la instalación iniciará dando formato a la unidad.



4. Una vez formateada la unidad, se inicia la copia de archivos del sistema.

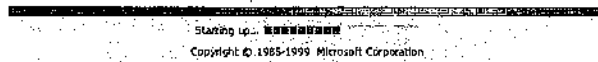


5. Una vez realizada la copia de archivos, el equipo es reiniciado e inicia el modo gráfico para continuar con la instalación.

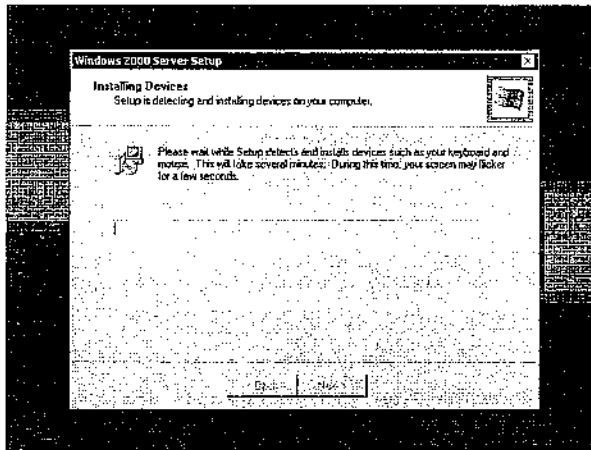
**Microsoft**



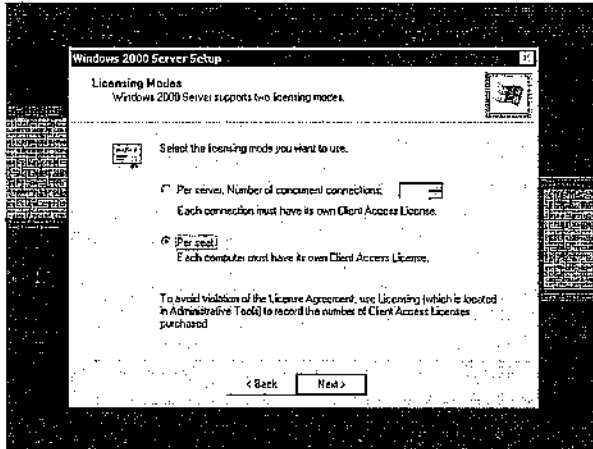
Microsoft  
**Windows 2000**  
**Server Family** Built on NT technology



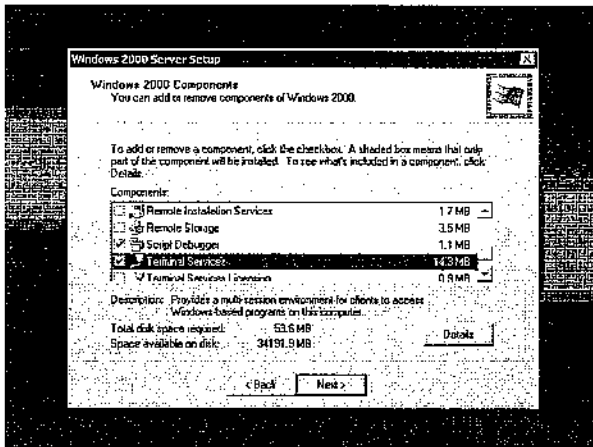
6. El siguiente paso que efectúa el sistema operativo es reconocimiento de dispositivos.



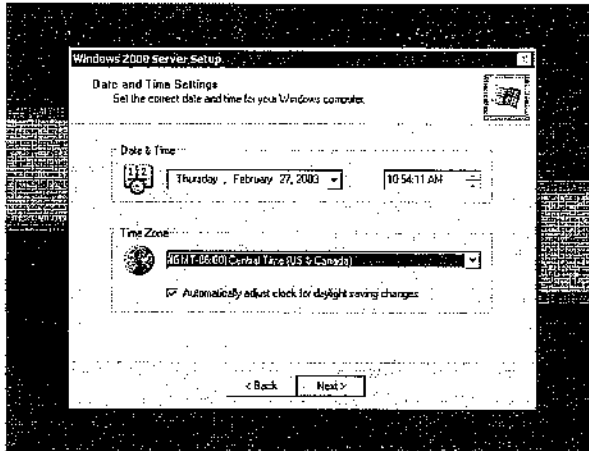
- Una vez que se han reconocido los dispositivos, aparece una ventana con el modo de licenciamiento; se elige el modo *Per Seat*.



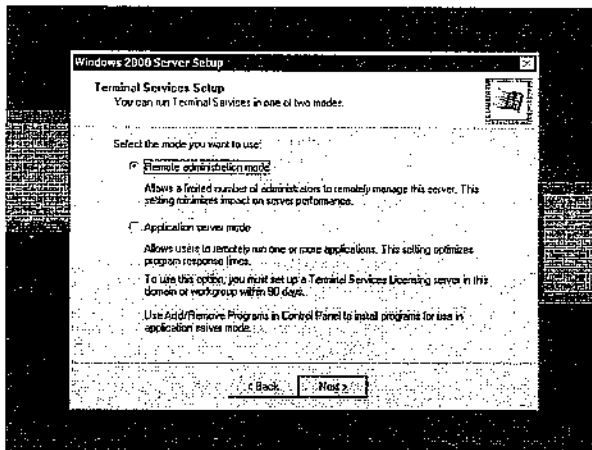
- Dentro de los componentes se elige el servicio de *Terminal Services*, para proveer acceso remoto al cluster.



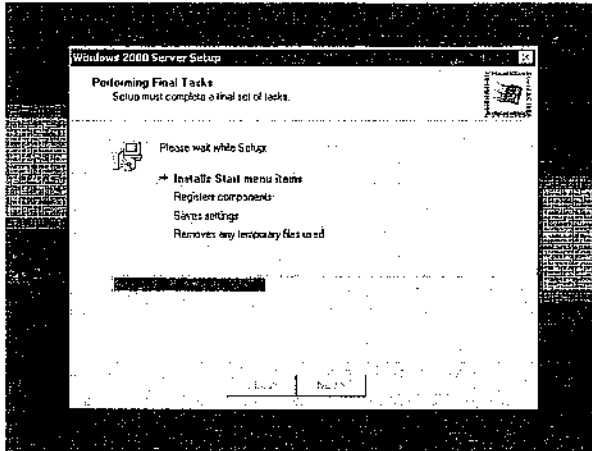
9. Dentro de las opciones de zona horaria se elige (GMT - 06:00) *Central Time (US & Canada)*.



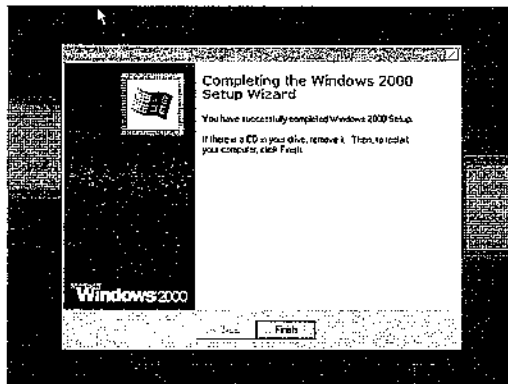
10. Para el acceso via terminal, se elige la opción *Remote administration mode*.



11. Una vez terminada la definición de componentes, el programa de instalación procede a copiar los archivos del sistema y registrar los componentes que sirven como apoyo.



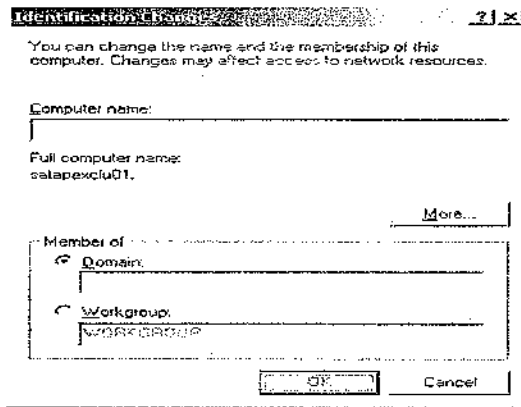
12. Una vez terminadas estas actividades el programa de instalación envía un mensaje de termino.



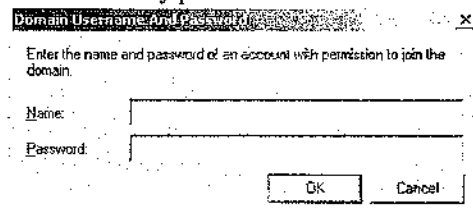
## Incorporación de servidor como miembro de un Dominio.

Los siguientes pasos se deberán realizar sólo en los nodos que conformarán el cluster.

1. Sobre el escritorio seleccionar **My Computer** y presionar el botón derecho, elegir **Properties**.
2. Seleccionar la ficha **Network Identification, Properties**.
3. En el cuadro **Member of**, seleccionar la opción **Domain** y escribir el nombre del Dominio, presionar **OK**.



4. En el campo **Name** colocar una cuenta con privilegios administrativos y en el campo **Password** colocar la contraseña y presionar **OK**.



5. Por último presionar **Ok** y posteriormente reiniciar el equipo.



## Instalación y configuración de los servicios de cluster.

Una vez instalado el sistema operativo, los dos nodos del cluster deben de poder acceder al arreglo de discos (el arreglo debe ser configurado en 2 unidades lógicas), el siguiente paso para tener completo el esquema de cluster es la instalación de software de administración.

A continuación se describirán los pasos para la instalación de servicio de cluster; el primer paso es generar en el Domino una cuenta de servicio que será la que utilice el cluster; a continuación se describen los pasos dentro del DC<sup>12</sup>, que deben realizarse para crear la cuenta.

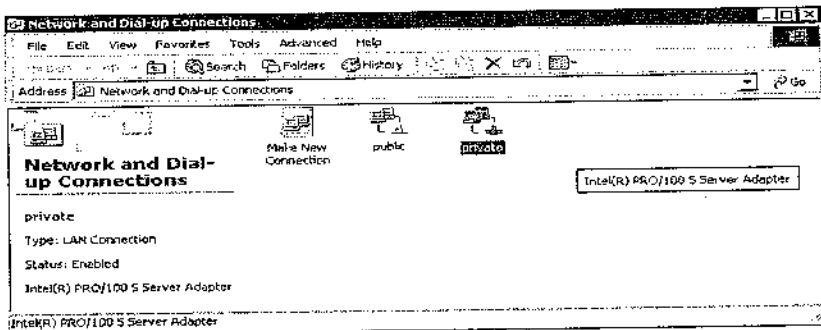
1. Seleccionar las opciones: **Start, Programs, Administrative Tools, Active Directory Users and Computers, New User.**
2. Colocar la palabra **Adminclus** en el campo Login.
3. Haga clic con el botón derecho del mouse en la cuenta de **Adminclus** y seleccione **Properties.**
4. Haga clic en la ficha **Member of** y agregue **Adminclus** a los grupos **Enterprise Admins** y **Schema Admins.**

El siguiente paso es renombrar las identificaciones de las tarjetas de red y configurar las direcciones IP (está actividad se realiza en ambos nodos del cluster).

1. Sobre el escritorio seleccionar **My Network Places** y presionar el botón derecho, elegir **Properties.**
2. Renombrar la identificación de la tarjeta designada para las comunicaciones privadas a **Private.**
3. Sobre **Private**, presionar el botón derecho y elegir **Properties.**
4. En Dirección IP colocar **11.11.11.122.** y en Máscara de entrada **255.255.255.0.**
5. Renombrar la identificación de la tarjeta designada para las comunicaciones públicas a **Public.**
6. Sobre **Public**, presionar el botón derecho y elegir **Properties.**

---

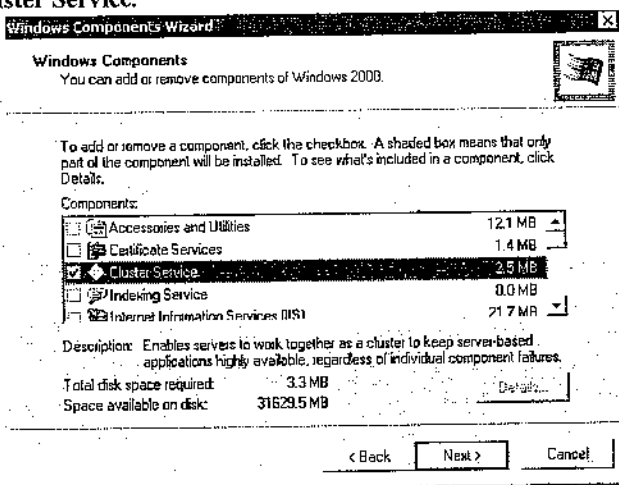
<sup>12</sup> DC. Domain Controller, Es el término que utiliza un equipo que es controlador de Dominio Windows 2000.



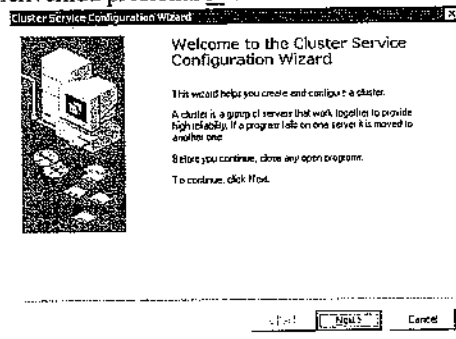
7. Seleccionar **Internet Protocol (TCP/IP), Properties.**
8. Verificar que en la configuración de DNS exista la dirección del DNS en el campo **Preferred DNS Server.**

El último paso es agregar el servicio de cluster; en este punto. En la instalación se deberá apagar el segundo nodo e iniciar la instalación en el primer nodo.

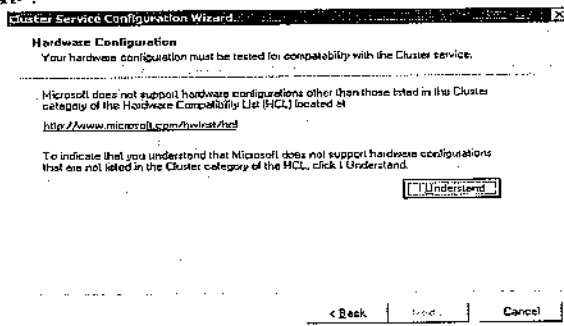
1. Inicie una sesión con la cuenta **Adminclus.**
2. Seleccionar **Start, Setting, Control Panel** y posteriormente **Add, Remove Programas, Add/Remove Windows Components.**
3. Sobre la ventana **Windows Components**, bajo la opción **Componentes**, marcar la opción **Cluster Service.**



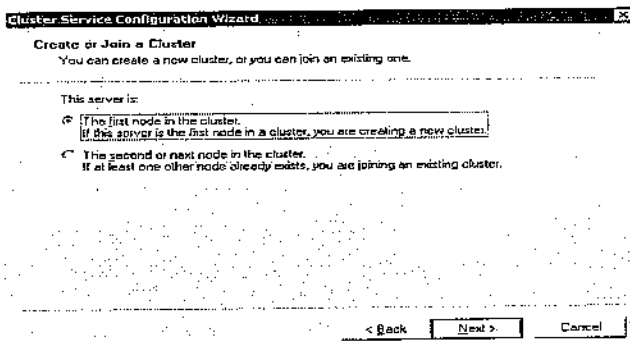
4. En la pantalla de bienvenida presionar **Next>**.



5. En la sección **Hardware Configuration**, presionar **I Understand** y posteriormente presionar **Next>**.



6. En la sección **Create or Join a Cluster**, seleccionar la opción **The first node in the cluster**.



7. En la sección **Cluster Name**, en el campo **Type a name for the new cluster** escribir **Cluster1**.

The screenshot shows the 'Cluster Name' step of the wizard. The title bar reads 'Cluster Service Configuration Wizard'. Below the title, it says 'Cluster Name' and 'You must name the new cluster.' There is a text input field with the placeholder text 'Type a name for the new cluster.' At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

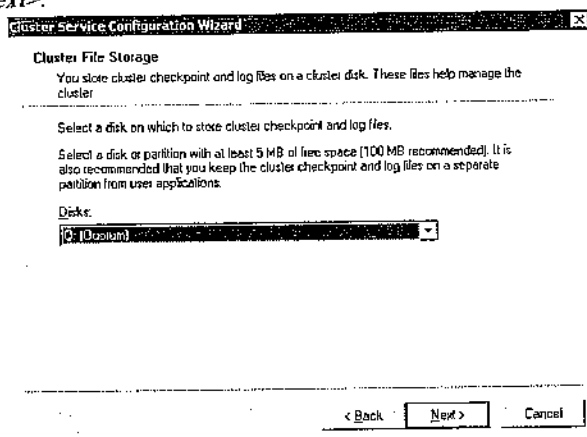
8. En la sección **Select an Account**, sobre el campo **User name** colocar **adminclus**, sobre el campo **Password** colocar la contraseña y sobre el campo **Domain** colocar el nombre del dominio.

The screenshot shows the 'Select an Account' step of the wizard. The title bar reads 'Cluster Service Configuration Wizard'. Below the title, it says 'Select an Account' and 'For security purposes, the Cluster service must use a domain account.' There is a text area with the instruction: 'Type the user name and password for the domain account you want the Cluster service to use. This account is given special security privileges on each cluster node.' Below this are three input fields: 'User name:', 'Password:', and 'Domain:'. At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

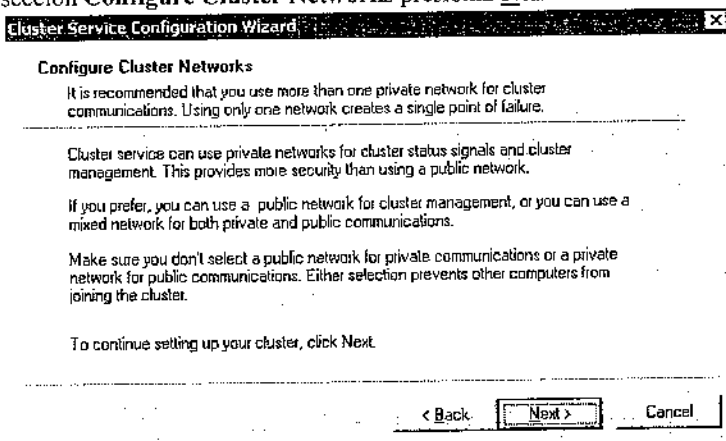
9. En la sección **Add or Remove Manager Disks** verificar que bajo la opción **Manager disk** se encuentren las 2 unidades del arreglo (Q, P), posteriormente presionar **Next>**.

The screenshot shows the 'Add or Remove Manager Disks' step of the wizard. The title bar reads 'Cluster Service Configuration Wizard'. Below the title, it says 'Add or Remove Manager Disks' and 'The disks that Cluster service controls access to are known as managed disks.' There is a text area with the instruction: 'Add the disks that you want the cluster to manage. Remove those disks that you do not want the cluster to manage.' Below this are two panes: 'Unmanaged disks:' and 'Managed disks:'. The 'Managed disks:' pane contains a list with 'Disk 1' (P: (DISCQ P)) and 'Disk 2' (D: (Quorum)). At the bottom, there is a warning: 'Caution: The likelihood of corruption of unmanaged NTFS disks on a shared bus is very high. It is recommended that you use Cluster service to manage these disks.' At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

10. En la sección **Cluster File Storage**, en el campo **Disks**, seleccionar la unidad **Q** y presionar **Next**.



11. En la sección **Configure Cluster Networks** presionar **Next**.



12. En la sección **Network Connections** verificar los siguientes valores:

- Network name: **Public**.
- IP address: **12.12.12.122** (esta IP, debe ser la definida para la comunicación pública).
- Enable this network for cluster use: **Activo**.
- This network performs the following role in the cluster: **All communications (mixed network)**.

Presionar **Next**.

**Cluster Service Configuration Wizard** [X]

**Network Connections**  
 Type the network name, and specify whether this network will perform as a public, private or mixed network.

Network name:

Device:

IP address:

Enable this network for cluster use

This network performs the following role in the cluster:

Client access only (public network)

Internal cluster communications only (private network)

All communications (mixed network)

< Back    Next >    Cancel

13. En la sección **Network Connections** verificar los siguientes valores:

- Network name: **Private**.
- IP ardes: **11.11.11.122**.
- Enable this network for cluster use: **Activo**.
- This network performs the following role in the cluster: **Internal cluster communications only (private network)**.

Presionar **Next >**.

**Cluster Service Configuration Wizard** [X]

**Network Connections**  
 Type the network name, and specify whether this network will perform as a public, private or mixed network.

Network name:

Device:

IP address:

Enable this network for cluster use

This network performs the following role in the cluster:

Client access only (public network)

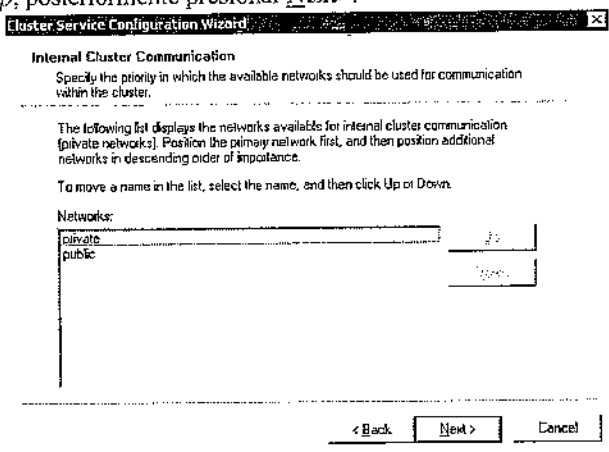
Internal cluster communications only (private network)

All communications (mixed network)

< Back    Next >    Cancel

14. En la sección **Internal Cluster Communication**, verificar que la Red **Private**

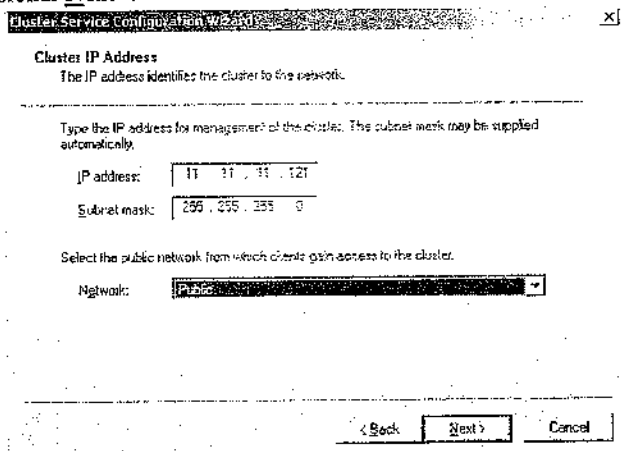
aparezca antes de la Red **Public**; en caso contrario, seleccionar la Red Private y presionar **Up**, posteriormente presionar **Next>**.



15. En la ventana Cluster IP Address, colocar en los valores del cluster:

- IP address. Colocar los valores de IP del cluster
- Subnet mask: **255.255.255.0**.
- Network: **Public**.

Presionar **Next>**.



16. Presionar **Finish** y reiniciar el equipo.

17. Una vez iniciado el primer nodo, se debe encender el segundo nodo; todas las tareas que se describen a continuación se realizan en el segundo nodo.

18. Inicie una sesión con la cuenta **Adminclus**.

19. Seleccionar **Start, Setting, Control Panel** y posteriormente **Add, Remove Programas, Add/Remove Windows Components**.

20. Sobre la ventana **Windows Components**, bajo la opción **Componentes**, marcar la opción **Cluster Service**.
21. En la pantalla de bienvenida presionar **Next>**.
22. En la sección **Hardware Configuration**, presionar **I Understand** y posteriormente presionar **Next>**.
23. En la sección **Create or Joining a Cluster**, seleccionar la opción **The second node in the cluster**.
24. En la sección **Cluster Name**, colocar:
  - Type the name of the cluster you want join. Colocar el nombre del cluster.
  - User name. Adminclus
  - Password. Colocar el password.
  - Domain. Colocar el nombre del dominio.

The screenshot shows a window titled "Cluster Service Configuration Wizard". The main heading is "Cluster Name". Below it, a message reads: "To join a cluster, you must provide the cluster name." There is a text input field with the placeholder text "Type the name of the cluster you want to join". Below this is a checked checkbox labeled "Connect to cluster as:". Underneath are three input fields: "User name:", "Password:", and "Domain:" with a dropdown arrow. At the bottom right, there are three buttons: "< Back", "Next >", and "Cancel".

25. En la sección **Select an Account**, confirmar el password de la cuenta adminclus.

The screenshot shows a window titled "Cluster Service Configuration Wizard". The main heading is "Select an Account". Below it, a message reads: "For security purposes, the Cluster service must use a domain account." There is a text input field with the placeholder text "Type the user name and password for the domain account you want the Cluster service to use. This account is given special security privileges on each cluster node." Below this are three input fields: "User name:", "Password:", and "Domain:" with a dropdown arrow. At the bottom right, there are three buttons: "< Back", "Next >", and "Cancel".

26. Presionar **Finish** y reiniciar el equipo.



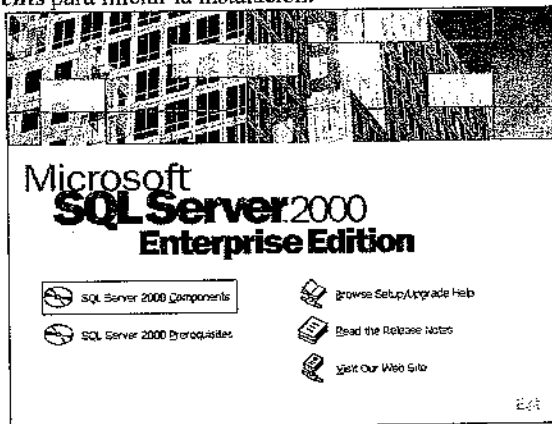
### 5.3. Instalación de SQL Server 2000 Enterprise Edition en Cluster

Previo a la instalación de SQL Server 2000 es necesario instalar MSDTC en cada nodo con el comando comclust.exe

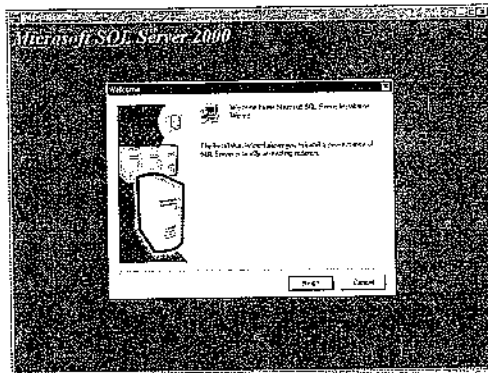
```
C:\WINNT\System32\cmd.exe
<C> Copyright 1985-2000 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\clusadmin>comclust
Setting up MS DTC.
Setup has successfully populated configuration information to allow MS DTC to run
on this cluster node. Please run setup on all other nodes in the cluster before
continuing.
Setting up Component Load Balancing.
Setting up: COM+ -- CLB
WARNING: This machine is not a Component Load Balancing server.
The CLB resource will not be added to the COM+ cluster group.
C:\Documents and Settings\clusadmin>
```

A continuación se describen los pasos para la instalación de un servidor virtual de SQL Server; antes de realizar la instalación se debe de contar con una dirección para el servidor virtual de SQL Server.

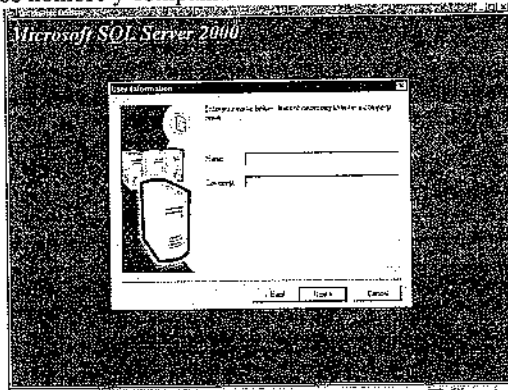
1. Insertar el disco de instalación en uno de los nodos y elegir la opción *SQL Server 2000 components* para iniciar la instalación.



2. Esperar un momento mientras el programa de instalación copia los archivos para continuar.
27. En la pantalla de bienvenida presionar *Next*.

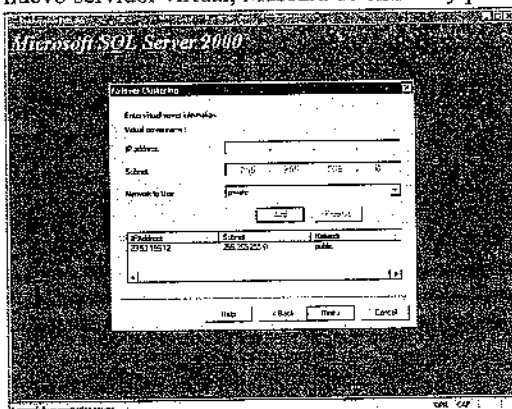


28. Llenar los campos nombre y compañía en la ventana de información del usuario.

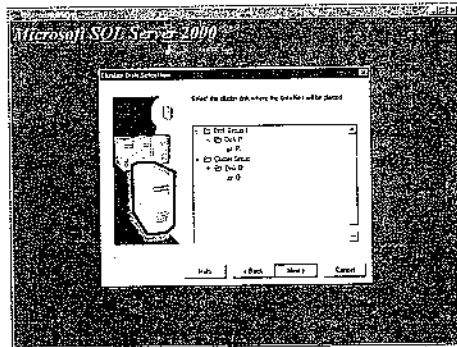


29. Presionar **Yes**, para aceptar los términos de la licencia.

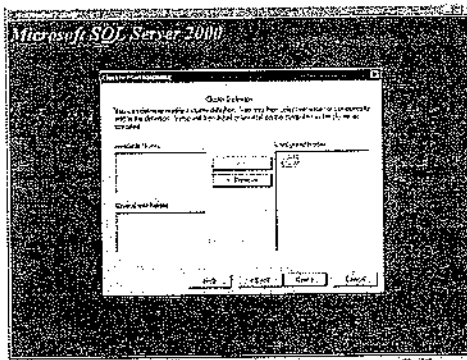
30. Verificar que en el campo **Network use**, esté seleccionada la opción **Public**, colocar la dirección IP del nuevo servidor virtual, Máscara de entrada y presionar el botón **Add**.



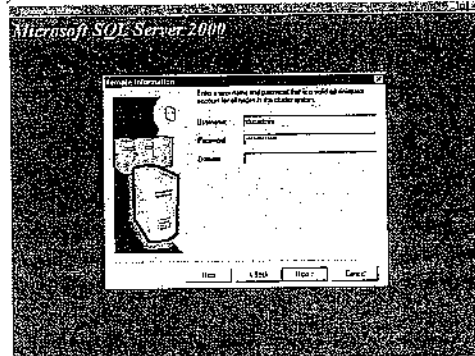
31. Se elige la unidad donde va a residir la base de datos; se selecciona el disco *P*.



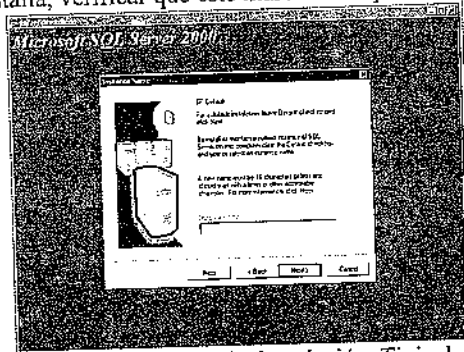
32. El siguiente paso es indicar al programa de instalación cuales serán los nodos que utilizarán la instancia de servidor virtual; en este caso se elige que sea en ambos nodos.



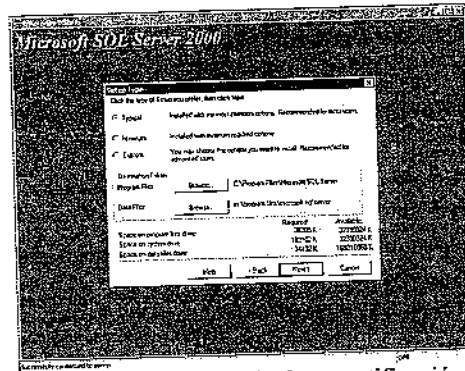
33. El siguiente paso es especificar una cuenta para con privilegios administrativos para poder crear los recursos de cluster; el usuario que se coloca es la cuenta de servicio de cluster *clusadmin*, se coloca también la contraseña y el dominio.



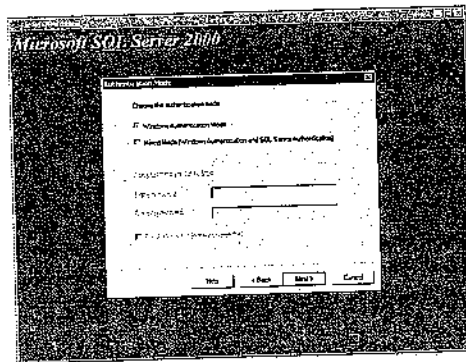
34. En la siguiente pantalla, verificar que esté marcada la opción **Default**.



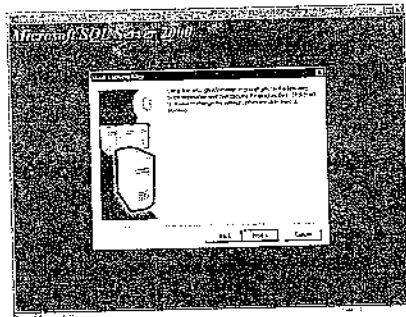
35. Posteriormente se elegirá como tipo de instalación **Typical** y se presiona el botón **Next>**.



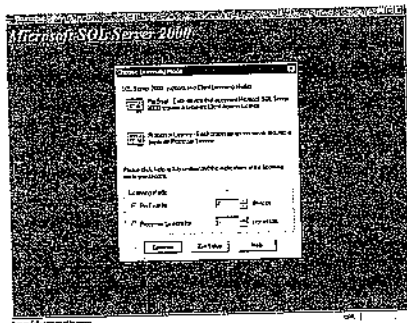
36. La siguiente opción a configurar es el modo de autenticación; debe elegirse la opción **Mixed Mode** y colocar en el campo **sa login** una contraseña para la cuenta **Sys Admin** de SQL Server.



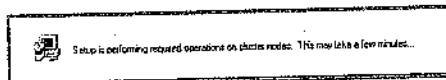
37. En la siguiente pantalla presionar **Next>**.



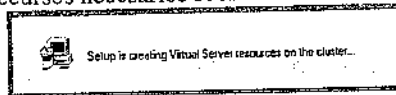
38. Como último paso es necesario especificar el modo de licenciamiento de SQL Server; se debe elegir **Processor License for**, y colocar 2.



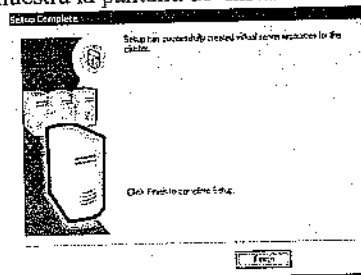
39. El programa de instalación procederá a instalar el producto en los dos nodos del cluster.



40. Por último crear los recursos necesarios sobre el cluster.



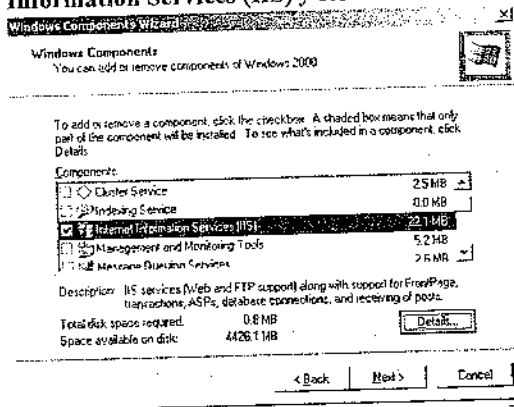
41. Al termina de instalar muestra la pantalla de instalación finalizada



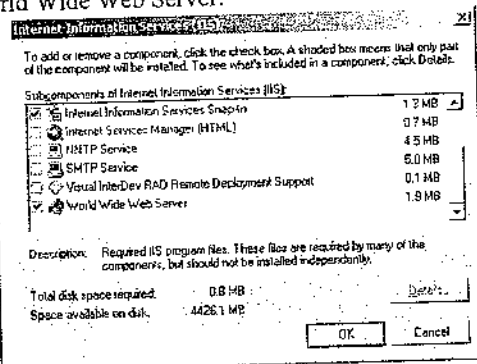
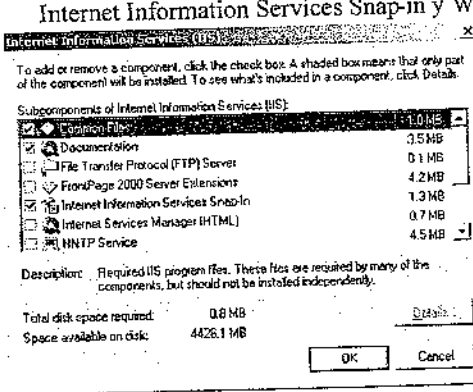
## 5.4. Instalación de Internet Information Server.

Los siguiente pasos se deben realizar para la instalación de los servicios de WEB, estos pasos se deben de realizar en los dos equipos que son destinados para los servicios WEB.

1. Inicie una sesión con una cuenta administrativa.
2. Seleccionar **Start, Setting, Control Panel** y posteriormente **Add, Remove Programas, Add/Remove Windows Components**.
3. Sobre la ventana **Windows Components**, bajo la opción **Componentes**, marcar la opción **Internet Information Services (IIS)** y seleccionar el botón **Details**.



4. En la siguiente pantalla seleccionar los componentes: Common Files, Documentation, Internet Information Services Snap-in y World Wide Web Server.



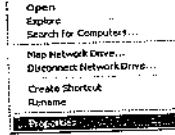
## 5.5. Instalación de Microsoft Network Load Balancing.

### Precauciones.

- Para evitar problemas en la red, se deben seguir estas instrucciones en el orden exacto en el que aparecen.
- Se deben repetir estos pasos en cada host que vaya a utilizar en el clúster de Equilibrio de la carga en la red.

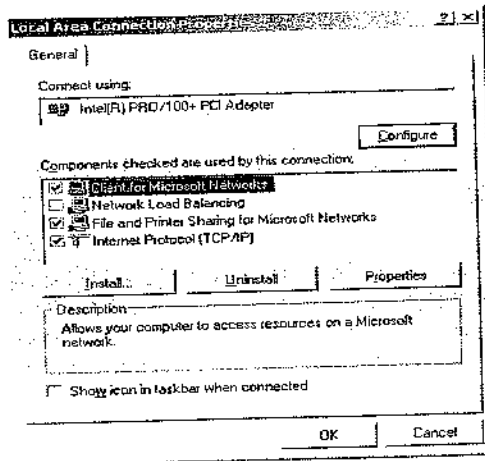
A continuación se describen los pasos para la instalación del balanceo de carga de red para Internet Information Server; es necesario contar con una dirección para el servidor virtual del conjunto de cluster.

1. Abrir Conexiones de red y de acceso telefónico; presionando el botón secundario del *mouse* sobre **My Network Places** y posteriormente **Properties**.



Nota: También puede abrir el cuadro de diálogo **Conexiones de red y de acceso telefónico** si hace clic en **Inicio** en la Barra de tareas, selecciona **Configuración** y hace clic en **Conexiones de red y de acceso telefónico**

2. Hacer un clic con el botón secundario del *mouse* en la **Conexión de área local** y, a continuación, en **Propiedades**. Aparecerá el cuadro de diálogo **Propiedades de conexión de área local**.



3. Activar la casilla de verificación **Equilibrio de la carga en la red**.
4. Hacer clic en **Propiedades**. Aparecerá el cuadro de diálogo **Propiedades de Equilibrio de la carga en la red**.

Disponde de tres fichas entre las que puede elegir: **Parámetros de clúster**, y **Reglas de puerto**. La opción predeterminada es **Parámetros de clúster**.

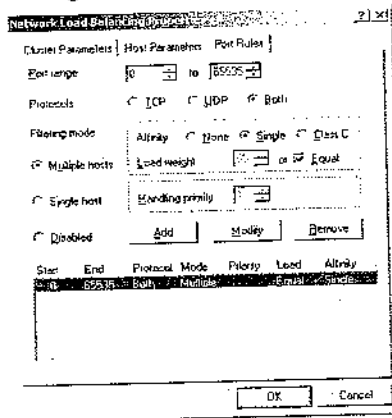
5. El siguiente paso es configurar los valores de WLBS (Estos valores aparecen en la tabla de definición de datos de red).
6. Activar la casilla de verificación **Multicast support (Compatibilidad con multidifusión)**.
7. Seleccionar la pestaña de **Parámetros de host**.

8. Indicar la prioridad del hosts (cada equipo debe tener un número y éste debe ser único; este valor será un identificador dentro del clúster e indica el peso inicial que cada equipo tendrá dentro del mismo para la tolerancia a fallas).
9. Activar la casilla de verificación **Initial clúster state (Estado inicial de clúster)**.



10. Configurar los valores del host con los mismos datos de red del servidor que se esté configurando.

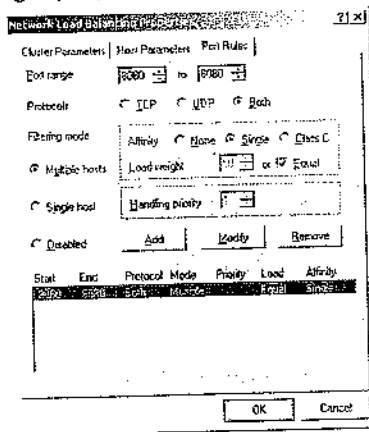
11. Seleccionar la pestaña de **Reglas de puerto**.



12. Seleccionar el valor predeterminado de puertos 0 a 65535.

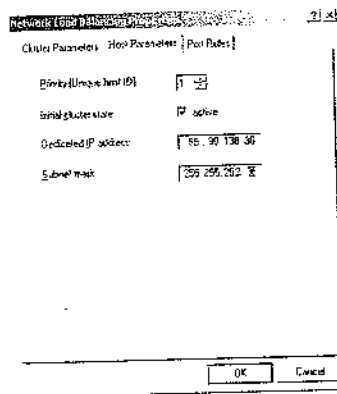
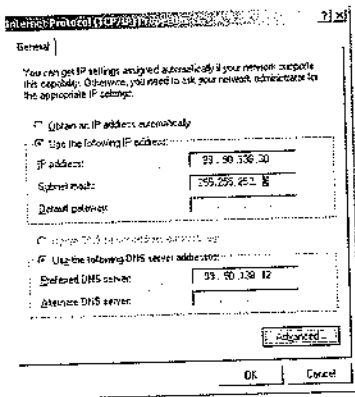
13. Presione el botón eliminar (**Remove**).

14. Agregar una regla para el puerto 8080; defina como rango de puerto inicial y final el número 8080 (campos: *Port range to*), en protocolos seleccionar ambos (*Both*), el modo de filtrado como multiples hosts (*Multiple hosts*), la afinidad debe estar en modo sencillo (*single*), el peso de carga debe ser el mismo para todos los equipos(*equal*) y presione por último agregar (*add*).

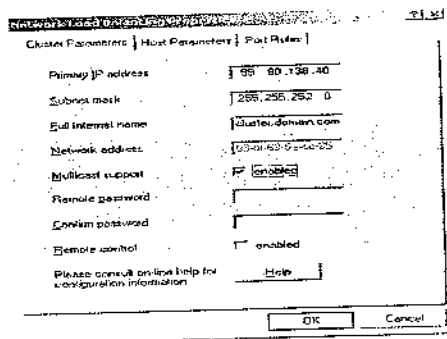
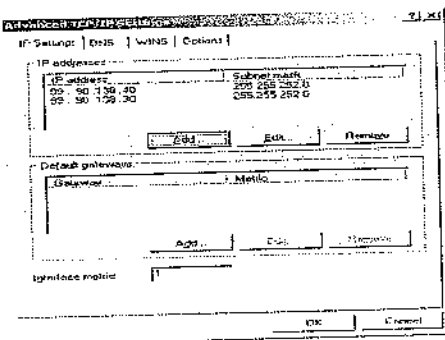


15. Hacer clic en **Aceptar**. La pantalla volverá al cuadro de diálogo **Propiedades de conexión de área local**.

16. Configurar TCP/IP para Equilibrio de la carga en la red.
17. En el cuadro de diálogo **Propiedades de conexión de área local**, hacer clic en **Internet Protocol(TCP/IP)** y, a continuación, clic en **Propiedades**.
18. En **Dirección IP**, se debe escribir la dirección especificada como la **Dirección IP dedicada** en el cuadro de diálogo **Propiedades de Equilibrio de la carga en la red** bajo **Parámetros de host**.



19. En **Máscara de subred**, escribir la máscara de subred y la información de la puerta de enlace o *gateway* predeterminada correspondiente a la red TCP/IP.
20. Hacer clic sucesivamente en **Avanzado** y en **Agregar** (*Direcciones IP*).
21. Escribir la dirección IP del clúster en el espacio correspondiente a la dirección IP, seguida de la máscara de subred adecuada y presione **Aceptar**. Esta dirección IP corresponde a la **Dirección IP principal** del clúster especificada en el cuadro de diálogo **Propiedades de Equilibrio de la carga en la red** bajo **Parámetros de clúster**.



Precaución:

- Es fundamental que se escriba en primer lugar la dirección IP dedicada, en el cuadro de diálogo **Propiedades del protocolo Internet (TCP/IP)** en lugar de en el cuadro de diálogo **Configuración avanzada de TCP/IP**.
- TCP/IP es el único protocolo de red que debe estar presente en el adaptador del clúster.

Notas

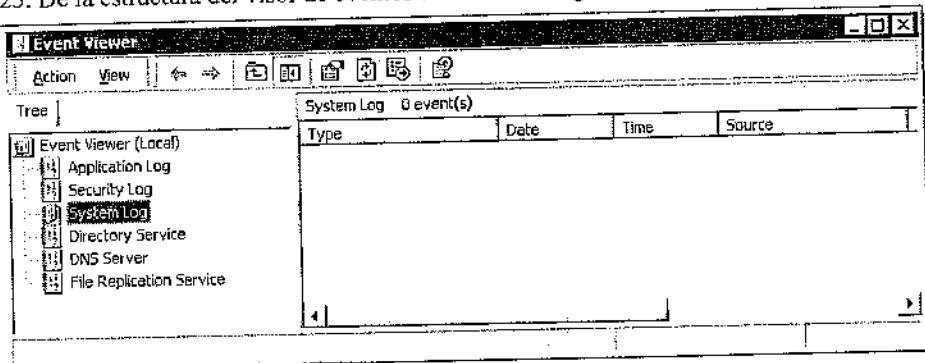
- Tanto la dirección IP dedicada como la dirección IP principal del clúster deben ser direcciones IP estáticas. No pueden ser direcciones DHCP.

22. Presionar **Aceptar**.

23. Por último se debe verificar que se llevo acabo la integración del equipo al clúster.

24. Abrir la siguiente secuencia de opciones "Inicio", "Programas", "Herramientas Administrativas", "Visor de Eventos".

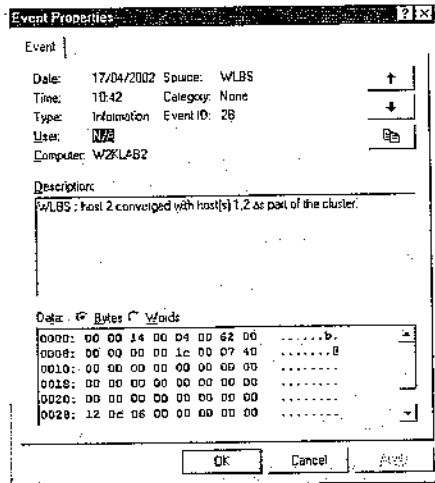
25. De la estructura del visor de eventos seleccionar "log de sistema":



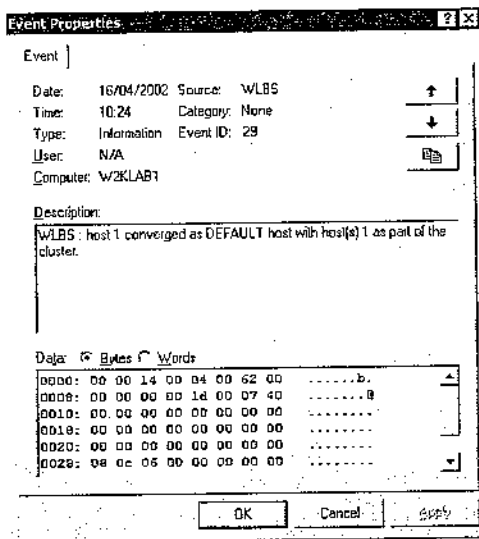
26. Buscar el último evento llamado "WLBS":

Information 17/04/2002 10:42:51 a.m. WLBS None 28 N/A

27. Para cada servidor el evento anterior informará sobre cuantos nodos existen en el cluster:



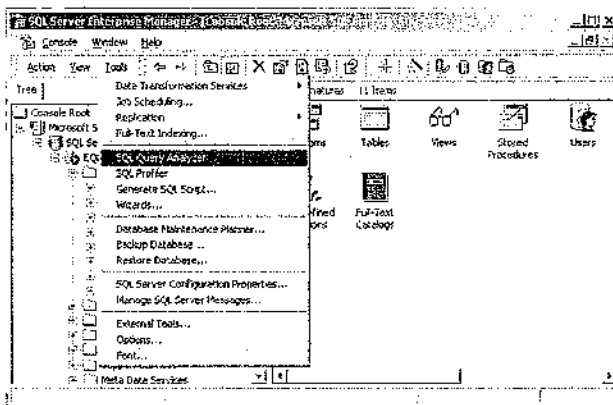
28. Para el servidor de prioridad "1" se enviara un mensaje que indique que es el servidor predeterminado:



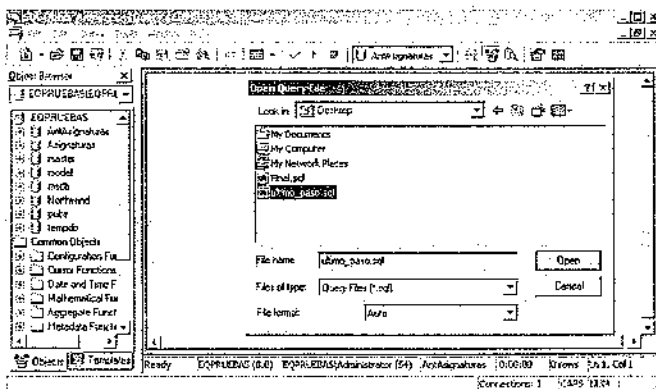
## 5.6. Instalación de la aplicación.

Una vez instalada la infraestructura de hardware y software se procede a instalar la Base de datos en SQL Server desde cualquier nodo del cluster.

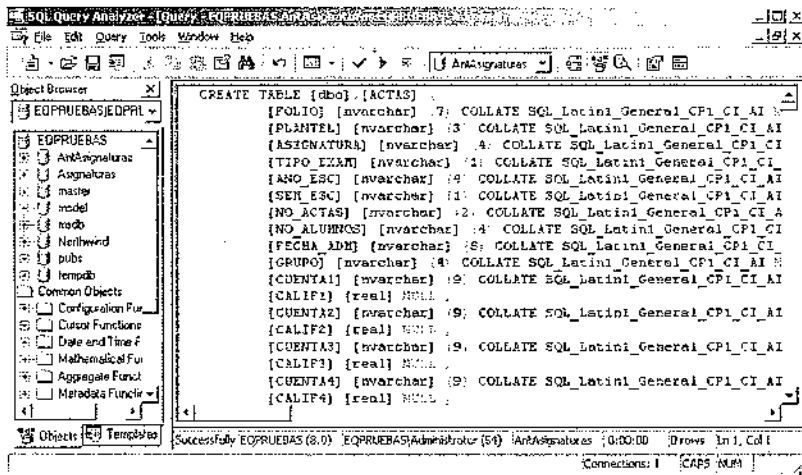
1. Seleccionar las opciones: Start / Programs / Microsoft SQL Server / Enterprise Manager.
2. Posteriormente sobre el grupo **Databases**, presionar el botón derecho del mouse y seleccionar la opción **SQL Query Analyzer**.



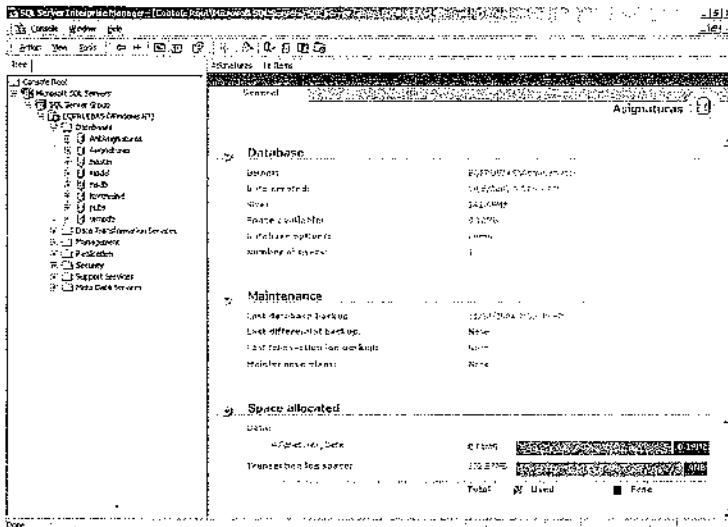
3. Del menú seleccionar File / Open and elegir el archivo Final.sql, que tiene el script para la generación de la base de datos.



4. Posteriormente seleccionar las opciones Query / Run.

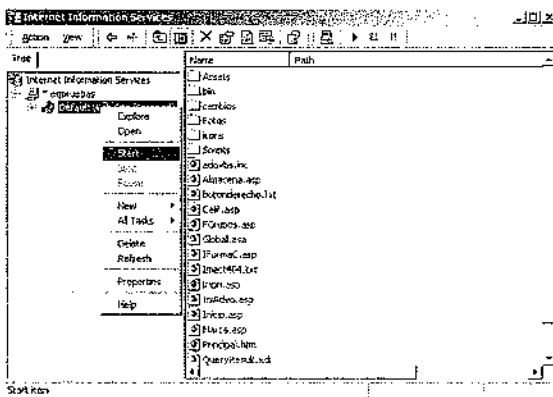


5. Una vez ejecutado el script tendremos la base de datos del sistema.

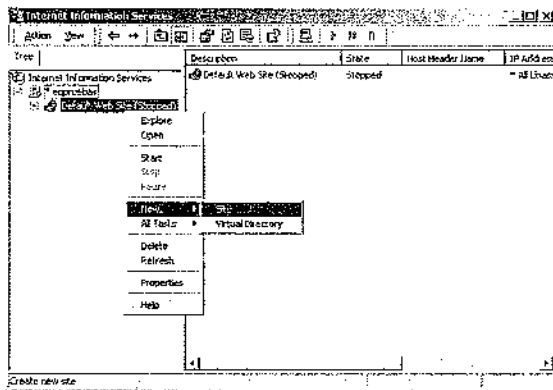


A continuación se describen los pasos necesarios para instalar el sitio WEB; estos pasos se ejecutan en los dos servidores destinados para este servicio.

6. Seleccionar las opciones: Start / Programs / Administrative Tools / Internet Services Manager.
7. Seleccionar **Default Web Site** y elegir la opción *Stop*.



8. Con el botón derecho del mouse, seleccionar las opciones: **New / Site**.



9. En la pantalla de bienvenida, presionar el botón *Next>*

10. Colocar el nombre del sitio.

Web Site Creation Wizard

Web Site Description  
Describe the Web site to help administrators identify it.

Type a description of the Web site.

Description  
Escuela

< Back Next > Cancel

11. Presionar el botón Next>.

Web Site Creation Wizard

IP Address and Port Settings  
Specify IP address and port settings for the new Web site.

Enter the IP address to use for this Web site:  
192.168.1.100

TCP port this web site should use (Default: 80)  
80

Host Header for this site (Default: None)

URL of the web site's default document (Default: default.asp)

For more information, see the IIS Documentation.

< Back Next > Cancel

12. Colocar la ruta donde se encuentran las páginas web.

Web Site Creation Wizard

Web Site Home Directory  
The home directory is the root of your Web content subdirectories.

Enter the path to your home directory.

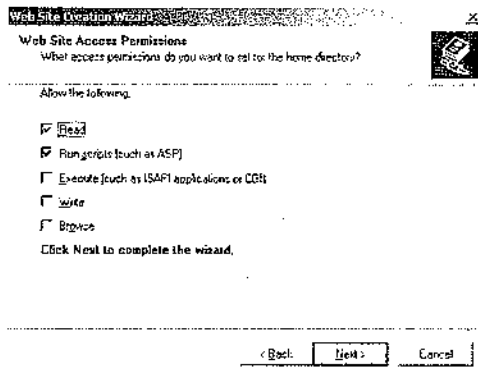
Path: Browse...

Allow anonymous access to this Web site

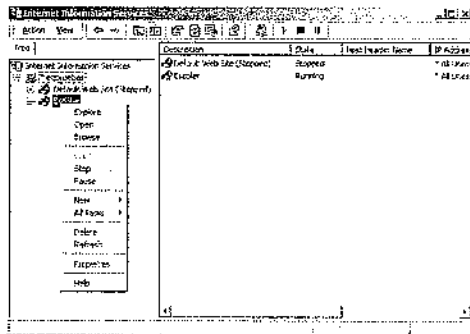
< Back Next > Cancel



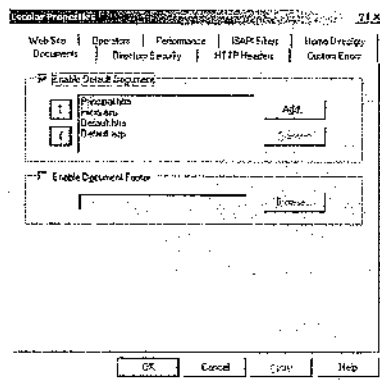
13. Presionar en las siguientes pantallas los botones *Next>* y *Finish*.



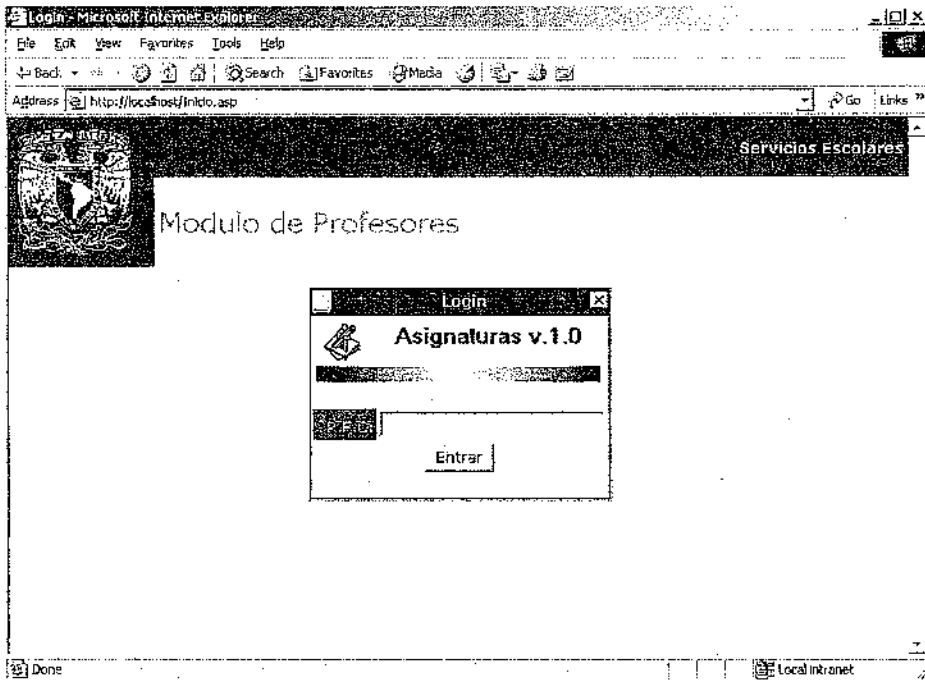
14. Sobre el sitio creado, presionar el botón derecho del mouse y seleccionar la opción **Properties**.



15. En la ventana documentos, colocar la pagina inicial



16. Por último, abrir Internet Explorer y colocar la ruta: Localhost.



Una vez instalada está configuración se probó el rendimiento del equipo en un ambiente de pruebas, utilizando 5 equipos cliente con una utilería llama "Microsoft Web Stress", colocando una carga de 15,000 usuarios concurrentes accediendo al sitio WEB, durante 5 minutos; de los resultados obtenidos se logró un total de 960,358 HIT's con un uso de procesador de los equipos de WEB del 20 % y del servidor de Base de datos del 30%.

## CONCLUSIONES.

Mediante los sistemas de alta disponibilidad es posible realizar operaciones paralelas con los mismos orígenes de datos, así como actualizaciones de hardware y software manteniendo la disponibilidad de los sistemas casi al 100%. Un sistema de alta disponibilidad proporciona escalabilidad, rendimiento y tolerancia a fallos; afortunadamente en la actualidad la tecnología brinda elementos de alta disponibilidad en sus componentes, los cuales es necesario conocer y combinar para adaptarlos a situaciones donde se requieren.

Hay varias estrategias que se pueden utilizar para alcanzar la Alta Disponibilidad:

- **Redundancia.** Los fabricantes han estado diseñando redundancia en sus productos en forma de fuentes de poder, múltiples procesadores, memoria segmentada y discos.
- **Balanceo de Carga.** Se pueden configurar servicios, controladores de discos y de cintas con rutas paralelas, repartiendo la carga de la red en dos líneas y proporcionando consolas alternas de control.
- **Restablecimiento.** Se refiere a la habilidad para sobreponerse a una falla momentánea, de tal manera que no haya impacto en la disponibilidad para el usuario final. Puede ser tan pequeño como una pequeña porción de la memoria recuperándose de un error insignificante, o algo tan grande como un sistema de servidores que decida invernar sin razón alguna; sin pérdida de información transaccional. El restablecimiento también incluye repetidos ensayos de escritura y/o lectura a un disco o a una cinta, al igual que la retransmisión a través de líneas de redes.
- **Robustez.** Esta característica describe el diseño general del proceso de disponibilidad. Un proceso robusto resistirá una variedad de ataques, tanto internos como externos, que podrían fácilmente interrumpir y dañar la

disponibilidad en un ambiente más débil. Robustez implica un alto nivel de documentación y entrenamiento para absorber cambios técnicos a las plataformas, productos, servicios y clientes; cambios de personal cuando hay rotación y expansión, y cambios en los negocios cuando hay nuevos objetivos, adquisiciones, y fusiones.

- **Facilidad de Reparación.** Este factor califica la facilidad relativa con la cual los responsables del servicio técnico pueden arreglar la falla. Dos métricas comunes para medir esto es cuanto se demora en hacer el trabajo de reparación, y cada cuanto se debe repetir. En sistemas más sofisticados, se pueden establecer centros de diagnóstico remoto que permite detectar fallas, y montar medidas que la eviten.
- **Confiabilidad.** La confiabilidad de los equipos y de los programas también se puede verificar por referencias de clientes y analistas de industria. Además se recomienda establecer un monitoreo permanente a través de la gente de operaciones, soporte y técnicos del proveedor, además de comparar con otros departamentos de TI.

Los productos Microsoft enfocados a servidores proveen de una gama muy amplia de soluciones tanto en servicios WEB, almacenamiento de bases de datos y correo electrónico. Debido a su sencillez de instalación y administración constituyen una solución viable para la implementación a corto plazo en aquellas empresas que requieran contar con sistema de Alta Disponibilidad; robustos, escalables y confiables.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Evan, Marcus & Stern, Hal. "Blueprints for High Availability", Wiley Publishing, Inc, 2003, ISBN: 0-471-43026-9, pp-587.
- Oggerino, Chris. "High Availability Network Fundamentals", Cisco Press, 2001, ISBN: 1-58713-017-3, pp. 237.
- Shooman, Martin. "Reliability of Computer Systems and Networks: Fault Tolerance, Analysis, and Design", Wiley-Interscience, 2002, ISBN:0-471-29342-3, pp-528.
- Pullum, Laura L. "Software Fault Tolerance Techniques and Implementation", Artech House, Inc, 2001, ISBN: 1-58053-137-7, pp-343.
- Buchanan Robert W. "Tuning Microsoft Server Clusters: Guaranteeing High Availability for Business Networks", McGraw-Hill, 2004, ISBN: 0-07-141739-7, pp-321.
- Buyya, Rajkumar: "High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems". Prentice Hall, 1999,. ISBN: 0-13-013784-7, pp 841.
- Pfister, Gregory F. "In search of Clusters". Prentice Hall, 1998, ISBN: 0-13-899709-8, pp 562.
- Bourke, Tony. "Server Load Balancing". O'Reilly, 2000, ISBN: 0596-00050-2, pp-175.
- Shimonski, Robert. "Windows Server 2003 Clustering & Load Balancing", McGraw-Hill / Osborne, ISBN: 0-07-22b22-b.pp-372.
- Lamb, Joseph M. "Windows 2000 Clustering and Load Balancing Handbook", Prentice Hall, 2002, ISBN:0-13-065199-0, pp-403.
- Peter S. Weygant. "Clusters for High Availability: A Primer of HP Solutions (2nd Edition)", Prentice Hall,. 2001, ISBN: 0-13-089355-2, pp 296.

- Sterling, Thomas L., Salmon John. "How to Build a Beowulf: A Guide to the Implementation and Application of PC Clusters (Scientific and Engineering Computation)". Prentice Hall., 1999, pp 300.
- Clark, Tom. "Designing Storage Area Networks: A Practical Reference for Implementing Fibre Channel and IP SANs, Second Edition", Addison-Wesley 2002, ISBN: 0-321-13650-0, pp 572.
- Poelker , Christopher & Nikitin , Alex. "Storage Area Networks for Dummies", Wiley Pubsishing, Inc, 2003, ISBN: 0-7645-2480-1, pp 403.
- Hirt, Cathan & Cook, Allan. "Microsoft SQL Server 2000 High Availability", Microsoft Press, 2004, ISBN: 0-7356-1920-4, pp-754.
- Microsoft Corporation, "SQL Server 2000 High Availability Volume 2: Deployment", Microsoft Press, 2003, ISBN: 0-7356-1836-4, pp-123.
- Tulloch, Mitch & Santry, Patrick. "Administering IIS (5)", McGraw-Hill, 2000, ISBN: 0-07-21-2328-1, pp-546.
- Stanek, William R. "Microsoft Windows 2000 and IIS 5.0 Administrator's Pocket Consultant", Microsoft Press, 2003, ISBN: 0-7356-3024-X, pp-370.
- Russel, Charlie et al. "Microsoft Windows 2000 Server Administrator's Companion, Second Edition", Microsoft Press, 2003, ISBN: 0-7356-1785-6, pp-1573.
- Livingston, Brian, et al. "Windows 2000 Secrets", IDG Books Worldwide, Inc, 2000, ISBN: 0-7645-3413-0., pp-721.
- Ivens, Kathy & Gardinier, Kenton. "Windows 2000: The Complete Reference", Osborne / McGraw-Hill, 2000, ISBN: 0-07-211920-9, pp-1070.
- Preston, Curtis. "Using SANs and NAS", O'Reilly, 2001, ISBN: 0-596-00153-3, pp-205.
- Ewald , Tim. "Transactional COM+: Building Scalable Applications", Addison-Wesley, 2001, ISBN: 0-201-61594-0, pp-436.
- Lowe-Norris, Alistair G. "Active Directory, Second Edition", O'Reilly, 2000, ISBN:1-56592-638-2, pp-621.

- Larson, Matt. "DNS on Windows 2000", O'Reilly, 2001, ISBN: 0-596-00230-0, pp-334.
- Wong, William . "Windows 2000 DNS Server", Osborne/McGraw-Hill, 2000, ISBN: 0-07-212432-6, pp-704.