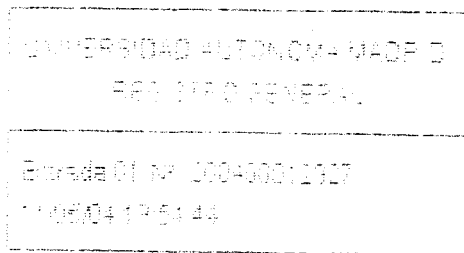


T-768

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES

LA ESTRUCTURACIÓN DE LA COMPETENCIA EN
TELECOMUNICACIONES DE DATOS.

MODELO DE COOPERACIÓN DE LOS NODOS
NEUTROS



R.º FEE. 85226M
2647794

D. FERNANDO JOSE BORRAJO MILLAN

DIRIGIDA POR: Dr. D. ISIDRO DE PABLO LOPEZ

Madrid 2004

Deseo agradecer con estas líneas a las personas e instituciones que han prestado su apoyo para que esta investigación haya sido posible.

En primer lugar y en especial, al Director de la Tesis y mi Profesor, Dr. D. Isidro de Pablo, que con su paciencia, conocimiento, investigación, su experiencia y calidad personal, ha sido un eje fundamental de este trabajo.

Deseo extender el agradecimiento a todos los compañeros de la Universidad Autónoma de Madrid, por su colaboración y sus ánimos, que han sido imprescindibles para finalizar la Tesis.

A las personas de las instituciones públicas y asociaciones Españolas, Europeas e Internacionales que se citan en el trabajo, por su apoyo para la realización del mismo, sin el que no hubiera sido posible.

Dedico por último a la familia y amigos, por los esfuerzos personales en este período, su apoyo y su comprensión.

A todos ellos, dedico este trabajo y los resultados positivos que se deriven del mismo.

INDICE

INDICE	I
PARTE PRIMERA: INTRODUCCION	4
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN	5
1.1. Justificación de la investigación	5
1.1.1. Justificación de la actividad	5
1.1.2. Justificación por las estrategias empleadas: las alianzas y acuerdos de cooperación	8
1.2. Objetivos e Hipótesis	10
1.2.1. Objetivos genéricos	10
1.2.2. Hipótesis a contrastar	11
1.3. Metodología	13
1.4. Estructura del trabajo	13
PARTE SEGUNDA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
CAPÍTULO 2 - ALIANZAS Y ACUERDOS DE COOPERACIÓN: MODELOS TEÓRICOS	16
2.1. Alianzas según la teoría de costes de los costes de transacción	18
2.2. Teoría de los Costes de Transacción en la Integración Vertical	19
2.3. Teoría de los Costes de Transacción en las estrategias de subcontratación	20
2.4. Alianzas tecnológicas: aplicación a los nodos neutros	20
2.5. Capital Intangible y Alianzas y Acuerdos de Cooperación	22
2.5.1. Conocimiento y su incorporación en el proceso estratégico	22

2.5.2. El Capital Intangible: componentes y elementos. Aportación teórica sobre alianzas y acuerdos de cooperación.....	24
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE TELECOMUNICACIONES DATOS: APROXIMACIÓN A LOS NODOS NEUTROS.....	30
3.1. Descripción y taxonomía de las redes de comunicación de datos	30
3.1.1. El equipamiento físico (<i>hardware</i>) de las redes.....	30
3.1.1.1. Clasificación de las redes según la tecnología de transmisión	30
3.1.1.2. Clasificación de las redes según su escala de operación.....	32
3.1.1.2. Las Redes de Área Local.....	34
3.1.1.2. Las Redes de Área Metropolitana	41
3.1.1.3. Las Redes de Área Amplia.....	42
3.1.1.4. Las Redes Inalámbricas.....	45
3.1.1.5. Las Interredes.....	48
3.1.2. El equipamiento lógico (<i>software</i>) de las redes.....	49
3.1.2.1. Jerarquías de protocolos y arquitecturas de red.....	49
3.1.2.3. Servicios orientados a la conexión y servicios sin conexión.....	55
3.2. Los modelos arquitectónicos de referencia para las redes de comunicación de datos..	58
3.2.1. el modelo de referencia <i>OSI</i>	58
3.2.1.1. El Nivel Físico (Physical Layer)	62
3.2.1.2. El Nivel de Enlace de Datos (Data-Link Layer).....	62
3.2.1.3. El Nivel de Red (Network Layer)	64
3.2.1.4. El Nivel de Transporte (Transport Layer)	66
3.2.1.5. El Nivel de Sesión (Session Layer).....	68
3.2.1.6. El Nivel de Presentación (Presentation Layer).....	69
3.2.1.7. El Nivel de Aplicación (Application Layer).....	70
CAPÍTULO 4 - INTEGRACION TEÓRICA	72
4.1. Aspectos iniciales	72
4.2. El punto neutro como organización	73
4.3. Modelos de nodos neutros	74
4.4. Antecedentes.....	75
4.5. Miembros.....	75
4.6. Negocios	75
4.6.1. Principal o actividades <i>core</i>	75
4.6.2. Accesorios (actividades "non-core").....	76
4.7. Relaciones de los puntos neutros.....	77
4.8. Organizaciones relacionadas	79
PARTE TERCERA: ANALISIS EMPIRICO.....	81
CAPÍTULO 5 - ESTUDIO EMPÍRICO DE LOS NODOS NEUTROS.....	82
5.1. Análisis competitivo de los nodos neutros	83

5.2. Entrevistas en profundidad	83
5.3. Encuesta a los nodos neutros	86
5.3.1. Contenidos básicos de la encuesta	87
5.3.2. Primer análisis estadístico: estadística descriptiva	90
5.3.3. Análisis multivariante: Cluster y factorial.....	91
5.3.3.1. Análisis cluster.....	92
5.3.3.2. Análisis Factorial	97
PARTE CUARTA: PRESENTACION DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO EMPIRICO Y	
CONTRASTACION DE LAS HIPOTESIS.....	100
CAPÍTULO 6 - PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	101
6.1. Cuestiones preliminares.....	101
6.2. Presentación e interpretación de los resultados empíricos.....	103
6.2.1. Resultados sobre la tipificación y contrastación de los nodos neutros	103
6.2.2. Resultados referidos a los costes de transacción	108
6.2.3. Relación de los miembros con el nodo.....	109
6.2.4. Relación entre los miembros: sistemas de contratación de peerings y grado de rivalidad	110
6.2.5. Tendencias actuales de diversificación y evolución futura de los nodos neutros	113
6.2.6. Contraste de la hipótesis tesis	115
PARTE QUINTA: CONCLUSIONES Y NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACION	116
CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES	117
CAPÍTULO 8 - NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	122
BIBLIOGRAFÍA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS.....	123
BIBLIOGRAFÍA DE TELECOMUNICACIONES.....	141
ANEXO 1 - ENCUESTA	147
ANEXO 2 - ANÁLISIS DE LOS PUNTOS NEUTROS MUNDIALES	151
Europa.....	152
Asia-Pacífico	158
Norteamérica	163
Latinoamérica	167
África y Oriente Próximo	168

PARTE PRIMERA: INTRODUCCION

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo pretende el estudio de las alianzas y acuerdos de cooperación en las empresas de telecomunicaciones de datos en el marco europeo e internacional. Se encuentra un modelo organizativo de cooperación denominado nodo neutro, que se caracteriza por tener una relación básica horizontal, que determina una gran dificultad de relación entre aliados, al ser competidores. Asimismo, incorpora relaciones verticales de transferencia tecnológica y de contratación y subcontratación de infraestructura y servicios.

Todo ello determina su gran importancia estratégica en un sector a su vez estratégico, con fuerte impacto tecnológico y de transferencia de conocimiento, traducida en aprendizaje organizativo y generación de investigación, desarrollo e innovación.

Facilita el establecimiento de estándares y normativa global, y estructura con el sistema de nodos horizontales la competencia nacional e internacional de los países. Su diversificación a funciones y negocio de mayor valor añadido está vinculado a la tecnología por la denominada pila OSI, produciéndose mediante integración vertical al origen y al destino simultáneamente, como se explicará en el trabajo.

1.1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

El sector de las telecomunicaciones tiene una gran importancia en el desarrollo de la economía, por su importancia sobre PIB y empleo, por su influencia en los mercados financieros, por ser un sector estratégico en los países, y por otras variables que describen su importancia y tamaño. Pero, al margen de estas motivaciones, es un sector central en el desarrollo de toda la actividad económica y social, al conquistar el viejo problema del espacio – tiempo, al que se añade el de información, comunicación e inteligencia, términos que se vinculan a los de inteligencia económica, tan importantes en el vocabulario de estrategia.

La actividad y tecnología en telecomunicaciones se divide de forma tradicional en dos áreas:

- Telecomunicaciones Voz
- Telecomunicaciones Datos

Hasta hoy en día, las telecomunicaciones de voz o de tarificación por minutos han sido los protagonistas en el mercado telco, por su gran infraestructura de red de voz y por el enorme volumen de minutos facturados, que se traducen en más del 90% de la facturación total del sector -utilizando medias de distintos países-, siendo tanto más importante cuanto menor nivel de desarrollo tengan. Es decir, los países más avanzados son los que ostentan un porcentaje mayor dentro de las telecomunicaciones de datos.

Las telecomunicaciones datos no son nuevas, existen antes de la existencia de la voz, aunque su importancia en cuanto a negocio y facturación esté íntimamente relacionado con el desarrollo comercial de la Internet. Previo a este desarrollo, era un producto ligado a circuitos que se establecían de forma individual a una empresa, institución o corporación, relegando a grandes empresas e instituciones la utilización de los mismos.

A pesar de que el gran desarrollo de las telecomunicaciones datos se realiza por la misma red que la telefonía convencional, se ha incrementado la infraestructura propia de telecomunicaciones datos que está siendo utilizada de forma inversa, para la voz.

Asimismo, el sistema tradicional de interconexión o switching utilizado en la voz ha sufrido una grandísima evolución en los últimos años por los siguientes motivos:

- La telefonía móvil, que parte de un sistema de radio al sistema GSM y su evolución al reciente UMTS, que evoluciona de voz a datos.
- La evolución de los sistemas de banda ancha, los más generalizados DSL (en España los ADSL) que, utilizando la red tradicional de telefonía, intercambia datos.
- Los sistema de microondas, circuitos que utilizan antenas y como canal el aire, también conocidos como wi-fi.

Estos motivos son los que justifican la evolución a datos, pero el aspecto más dramático es la extensión rapidísima que está teniendo la voz sobre IP, VoIP, que

acaba con el sistema de tarificación por minutos y nos lleva al único sistema de tarificación por capacidad.

Si se tiene en cuenta la influencia económica de las telecomunicaciones por voz y descubrimos que están en progresivo proceso de extinción, es lógico que nos preocupemos en este trabajo por la influencia sobre el mercado. No es que desaparezca la voz, pues es un canal básico de comunicación humana, sino que se plantea como una parte más de los datos transmitidos.

Existen otros motivos de alarma y de oportunidad, pero el que más llama la atención es la divergencia de cifras y resultados de ambos tipos de negocios:

- El primero, la voz, es el negocio rentable y tradicional de telecomunicaciones, que genera grandes cifras de facturación y beneficios, con un nivel de *rating* de riesgo sobre facturación que supera al *rating* de las acciones de la compañía en bolsa. Se produce una disminución continua de las tarifas y el volumen de negocio mundial y global crece, a excepción del negocio de la voz en las primeras economías, en las que se ha estancado e incluso rebajado. El negocio que compensa las telecomunicaciones voz tradicionales es la telefonía móvil, por lo que las cifras de facturación por voz siguen subiendo, con estimaciones de crecimiento continuo, en relación a la renta y a los nuevos servicios.
- El segundo, el de telecomunicaciones datos, es una actividad todavía en pérdidas, con dificultad para amortizar las fuertes inversiones, que mantiene una lucha entre un incremento de demanda de capacidad -aún por encima de las mejores expectativas-, frente a una caída de precios y tarifas por debajo de márgenes. Se le añade la necesidad de concentración empresarial, pues siguen existiendo muchas empresas para la demanda actual, paradigmático con la necesidad futura que se prevé por el incremento de la demanda.

Por tanto, el que la tecnología agrupe los negocios de telecomunicaciones de la voz con los de transmisión de datos, preocupa por la rentabilidad del sector y tiene fuertes repercusiones, tal y como se pone de manifiesto en los distintos informes de la OCDE, de la CMT (Consejo Ministerial de las Telecomunicaciones) y del Ministerio de Ciencia y Tecnología:

- La posibilidad de que las empresas de telecomunicaciones entren en una crisis global, tal y como se ha producido en las grandes empresas de telecomunicaciones de datos, derivando en quiebras y reestructuraciones generalizadas, como las que han caracterizado al negocio de datos entre 2001 y 2003.
- La posible derivación en las principales plazas financieras e índices de este efecto, con la correlación en resto de valores.
- Las grandes reestructuraciones de personal, que se producen por el abandono de un tipo de tecnología que demanda mucha mano de obra. En este sentido, los movimientos más importantes se han realizado ya desde los años 80 hasta nuestros días, a causa del avance de la tecnología digital.
- El acceso a la tecnología de las economías menos avanzadas, en las que el salto tecnológico se hace más patente y constituye la divergencia más fuerte.

Son estos motivos, sumados a las características de globalización, dinamismo, profesionalización y tecnología, los que hacen interesante el estudio de esta actividad, que coincide con la circunstancia de que no se han encontrado estudios sobre esta materia, más allá de trabajos relacionados con la tecnología de los nodos neutros.

1.1.2. JUSTIFICACIÓN POR LAS ESTRATEGIAS EMPLEADAS: LAS ALIANZAS Y ACUERDOS DE COOPERACIÓN

El incremento en la cooperación empresarial es un fenómeno todavía reciente y novedoso en la Dirección Estratégica. Si bien se estudian estas operaciones anteriormente, la extensión de las mismas se acelera a partir de los años 70, incrementándose de forma significativa hasta nuestros días, estando en plena vigencia y actualidad.

Existen gran cantidad de trabajos y de bibliografía, por lo que el avance técnico realizado en estas operaciones es muy elevado. Por las propias características del sector a tratar, estas operaciones han sido muy utilizadas en el mismo, por lo que a priori no representaba un gran reto.

El reto viene con la incorporación de otro modelo de negocio, el de las telecomunicaciones datos, en el que la cooperación empresarial es más dependiente aún que en el anterior, y que lleva una gran complejidad en los modelos de relación, por motivos como:

- La utilización de un modelo global en red o network, denominado punto o nodo neutro, que complica los modelos tradicionales de cooperación, verticales y horizontales. A pesar de ello, la complejidad de estas organizaciones se compensa con la sencillez de los objetivos actuales de relación.
- La importancia de gobiernos y organismos supranacionales, que intervienen de forma activa en estas alianzas, pues es una actividad estratégica nacional y global.
- La extensión de la Internet comercial, que carga la transmisión de datos y estandariza los procesos. A esto se añade la derivación hacia IP de la voz, que da una enorme importancia a esta cooperación empresarial, por el enorme volumen de negocio que implica.
- Incorporación de instituciones con o sin ánimo de lucro, que se constituyen para el desarrollo tecnológico, pero que sirven para los procesos de estandarización. Es el caso de RIPE, Euro IX, entre otras.
- La obligada incorporación en los sistemas de cooperación, y la obligada colaboración entre competidores, que en un sector de tanta competitividad es paradigmático. Los esquemas de relación son asimétricos y los beneficios de la cooperación también, lo que incide en una relación difícil. La enorme complejidad técnica de los mismos, a la que se añade una gran dinamicidad, por la rápida innovación y cambio tecnológico. Influyen en la construcción de los estándares que se traducen en normativas y protocolos tecnológicos, y en el propio proceso creativo, innovador e investigador, al pertenecer a otras organizaciones encargadas de estos temas.
- Tienen fuerte influencia en la transferencia del conocimiento, pues solucionan las necesidades y problemas de las empresas cooperantes y canalizan el conocimiento vertical y horizontalmente.

Los obligados esquemas de cooperación empresarial han resultado en la aparición de un modelo de cooperación denominado nodo neutro o punto neutro (*Xchange Point* o *IX*) que, como su propia denominación indica, son nodos o centros físicos de una red global, que actúan para el intercambio de datos entre los operadores, con una organización neutral – de ahí su denominación de neutro –, que constituye una organización independiente garante del tráfico de datos y vigilante de una gran infraestructura.

Dada la limitación técnica dentro de un modelo de estandarización, son organizaciones que estaban limitadas a enfoques relacionados con los costes de transacción y al capital relacional en la cooperación empresarial. Esto ya los hacía interesantes como objeto de estudio.

Pero, al incrementar su importancia económica, evolucionar su tecnología y asumir un rol superior en la escala tecnológica, han pasado a ser organizaciones de gran importancia económica, tecnológica y de infraestructura. Cada vez más tienen funciones relacionadas con el negocio, una clara evolución hacia la regulación e intermediación de tráfico (enfoque de *clearing-house*), y situarse como prestatarios de servicios de alto valor añadido. Es decir, crecen en la pirámide de valores añadidos, hacia servicios de alto valor añadido, íntimamente relacionados con la tecnología.

Por último, al representar de forma neutral a una plaza de telecomunicaciones, tiene un gran valor relacional, entrando en fuertes economías de ámbito y de alcance.

1.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo del trabajo es el estudio del modelo de cooperación empresarial y de estructuración de la competencia de las empresas de telecomunicaciones en datos, desde la perspectiva europea. Para ello, es necesario cubrir un conjunto de objetivos y definir unas hipótesis de partida que se habrán de contrastar a lo largo del trabajo.

1.2.1. OBJETIVOS GENÉRICOS

Para alcanzar el objetivo general, habremos de cubrir los siguientes objetivos particulares:

1. Se pretende estudiar la totalidad de los nodos neutros europeos y los nodos internacionalmente más importantes, para determinar patrones y estructuras de

este modelo de cooperación. Evitando, de esta forma, los problemas muestrales e inferenciales de la existencia de una población pequeña.

2. Se persigue también la inclusión de los modelos teóricos relacionados con las alianzas y acuerdos de cooperación, que tengan relación con la actividad objeto de estudio, dada la enorme cantidad de bibliografía sobre el tema.
3. Realizar un estudio teórico de la actividad de telecomunicaciones afecta al estudio, consiguiendo una integración interdisciplinar entre tecnología y estructura, entre telecomunicaciones y administración de empresas. Esta orientación es necesaria, pues este tipo de cooperación está íntimamente relacionada con la tecnología. Se tiene el objetivo de presentar la tecnología con rigor pero de forma didáctica, al tratarse de contenidos no centrales de la disciplina de la tesis.
4. Hacer un análisis de los nodos neutros con alcance mundial o global, para establecer parámetros diferenciales entre los nodos europeos y el resto. Destacando por áreas geográficas el caso de Estados Unidos y Japón, de las economías emergentes.
5. Contrastar hipótesis mediante un trabajo empírico sobre conocimiento, tecnología y organización de los nodos neutros, que permitan prever las tendencias futuras de estas organizaciones.
6. Determinar modelos de tipo jurídico y organizativo en los que se puedan encuadrar este sistema de cooperación y estructuración de la competencia.
7. Apuntar nuevas líneas de investigación futura en el desarrollo del sector y de este modelo de cooperación.

1.2.2. HIPÓTESIS A CONTRASTAR

Hay una primera hipótesis que se desea contrastar, para lo que se recurrirá a un conjunto de subhipótesis e hipótesis complementarias. La tesis de la tesis es:

TESIS

El modelo organizativo de los nodos neutros en un modelo de cooperación empresarial de tipo horizontal, que está determinado en el crecimiento y en el futuro

de negocio a la diversificación por integración vertical en la escala de valor añadido dentro del modelo tecnológico OSI, y a la estructuración organizativa en torno a la generación de capital intangible y, en especial, al capital relacional; rompiendo su esquema básico basado en los costes de transacción.

Para poderse demostrar, habrá que dividir la tesis en un conjunto de hipótesis:

HIPOTESIS 1:

Los nodos neutros están condicionados por la tecnología, dentro la denominada Pila OSI y Protocol Stack.

HIPOTESIS 2:

Existe una diversificación por integración vertical ascendiendo en capas por la pila OSI, rompiendo su esquema básico basado en los costes de transacción.

HIPOTESIS 3:

Las oportunidades de desarrollo organizativo y de negocio están relacionadas con principios de administración de empresas, sobre todo mediante la generación de capitales intangibles.

HIPOTESIS 4:

Existen distintos modelos de cooperación para los nodos neutros, existiendo diferencias por tamaño y sistemas de gestión.

HIPOTESIS 5:

Los nodos neutros son modelos organizativos basados en múltiples capas de alianzas, es decir, es básicamente un modelo de cooperación horizontal entre competidores, pero tiene una estructuración vertical con instituciones y otras organizaciones estatales, de tecnología, internacionales y otros nodos neutros. Existiendo distintos tipos de cooperación entre los miembros e instituciones, muchas de ellas asimétricas.

HIPOTESIS 6:

Los nodos neutros son organizaciones independientes dentro de un modelo en red global, que genera una red de relación social y tecnológica.

Estas hipótesis habrán de ser fundamentadas por la teoría y refrendadas por los estudios empíricos.

1.3. METODOLOGÍA

Para poder contrastar las hipótesis formuladas se procederá a estudiar estos modelos desde tres ópticas:

1. Teoría de administración de empresas, sobre todo mediante los contenidos teóricos de Estrategia y Organización.
2. Teoría de telecomunicaciones, para la determinación de los condicionantes tecnológicos de este tipo de alianzas y cooperación en torno a la tecnología y, sobre todo, a la infraestructura. Se realiza la integración teórica con administración de empresas.
3. Contrastación empírica mediante distintos tipos de técnicas de observación y reducción de datos, mediante los usos de estadística descriptiva y estadística multivariante.

Con esta metodología, se podrán explicar estos modelos y sugerir unas recomendaciones para el futuro y desarrollo organizativo, en el crecimiento en la escala de valores añadidos y la diversificación.

1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El trabajo está compuesto de cinco partes más la bibliografía y los anexos.

La primera parte, en la que se encuentra este apartado, trata de situar el alcance y los contenidos del estudio, exponiendo las líneas generales de actuación, la metodología y la estructura del mismo.

La segunda parte consta de tres capítulos que tienen por objeto estudiar el estado del arte o situar conceptualmente el objeto del estudio. El primero, referido a los contenidos propios de administración de empresas, con los subapartados que tratan desde distintos grupos teóricos los aspectos de alianzas y acuerdos de cooperación. El segundo capítulo de este apartado, realiza una revisión sobre la tecnología de los

nodos neutros, imprescindible para entender su origen y futuro, con una visión didáctica, pues se aleja de la disciplina de administración de empresas y se justifica un tratamiento más amplio. El tercero, aproxima a la integración teórica entre ambas partes, pues la organización de los nodos tiene una alta dependencia de la tecnología.

La tercera parte será la que determina con un estudio empírico la obtención de información y su proceso de reducción estadística, para obtener la información procesada determinante a la hora de obtener los resultados finales y la contrastación de las hipótesis.

La parte cuarta se centrará en el análisis de resultados y contrastación de las hipótesis de partida, con el análisis del grado de cumplimiento de las mismas.

La parte quinta expone las conclusiones finales del trabajo y abre las líneas de investigación futura.

Se termina el trabajo con la bibliografía y anexos en los que se fundamenta el estudio.

PARTE SEGUNDA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPÍTULO 2 - ALIANZAS Y ACUERDOS DE COOPERACIÓN: MODELOS TEÓRICOS

Existen muchos y muy diversos trabajos sobre alianzas y acuerdos de cooperación, por lo que es difícil facilitar antecedentes si dejarse autores, tendencias, trabajos e implicaciones, pues son muchas las áreas dentro de la gestión empresarial en las que intervienen estas estrategias.

Los estudios lo han trabajado desde las ópticas de la organización industrial, la teoría de juegos, la teoría de los costes de transacción, la teoría organizacional y la dirección estratégica (Bayona 1999).

Se pretende revisar la teoría y los autores más importantes para el mismo, siendo conscientes de que por el camino se dejarán muchos otros. Recogeremos los autores dentro de los problemas más importantes tratados por la literatura, pero teniendo como objetivo el centrarse en el tipo de cooperación específica de

La literatura estratégica contiene muchas revisiones metodológicas sobre clasificaciones (McKelvey, 1975; Carper y Snizek 1980; Hambrick, 1983; Miller y Friesen, 1984; Casani 1993; Bueno 1994; Bensaou y Venkatraman, 1995; Kaufman, Wood y Theyel 2000), que aportan ambiguas definiciones sobre taxonomía o tipología. La taxonomía se refiere a un conjunto de variables que nos dan grupos de clasificación (en el presente trabajo se realizarán mediante análisis multivariante tipo cluster), mientras que tipología utiliza una teoría previa para contrastar con una combinación de variables una tipología conceptual.

Es importante previa a la contrastación empírica de las hipótesis del trabajo saber que se realiza según un modelo taxonómico. Asimismo, es importante aclarar que existen dos clasificaciones teóricas sobre integración aplicables a las alianzas y acuerdos de cooperación, la vertical y la horizontal, siendo el objeto de estudio la horizontal, que es a su vez la menos tratada en estudios previos. A esta clasificación general se le añaden los sistemas en red o *network*, cuya aplicación se contrasta en el presente trabajo.

Asimismo, es interesante partir de los objetivos de las alianzas, ampliamente estudiados y resumidos en el trabajo de Casani (1993), que se presentan en el cuadro adjunto:

OBJETIVOS DE LA COOPERACIÓN

TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

I + D EN COMÚN
ABRIR VENTANA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA
COMPLEMENTARIEDAD TECNOLÓGICA
CONSEGUIR KNOW HOW
RÁPIDO ACCESO NUEVAS TECNOLOGÍAS

MEJORAR LA COMPETITIVIDAD

REDUCCIÓN DE COSTES
ECONOMÍAS DE ESCALA
REDUCCIÓN DE COSTES DE TRANSACCIÓN
REDUCCIÓN DE RIESGOS

APROVECHAR OPORTUNIDADES

ENTRADA EN NUEVOS MERCADOS
CUMPLIR REGULACIONES NACIONALES
APROVECHAR OFERTAS INSTITUCIONALES
COMPLEMENTARIEDAD DE ACTIVIDADES

ESTRUCTURACIÓN DE LA COMPETENCIA

ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES
CONTROLAR EL PASO TECNOLÓGICO
DEFENDER LA INDUSTRIA NACIONAL
EVITAR OTRAS ALIANZAS

Tabla 2.1 - Objetivos de la cooperación

Atendiendo a estos objetivos, los nodos neutros se sitúan en la transferencia de conocimiento en todas sus aplicaciones pues, como se detallará posteriormente, son un medio de transferencia tecnológica que sirve también como organización que testa, investiga e innova. Establece los estándares derivados de los protocolos y normas, animando de forma mixta al establecimiento de estándares y normativas, estructurando también la competencia.

Pero, como relación básica horizontal que es, es un medio para mejorar la competitividad de las empresas competidoras del sector, básicamente con la reducción de los costes de transacción y la reducción de costes por la gestión de la infraestructura tecnológica. Cuestión que ha sido el objetivo central de aparición y justificación de los nodos, a pesar de que esta visión evoluciona actualmente hacia la consecución de objetivos de mayor calado organizativo.

El análisis que teórico de las alianzas y acuerdos de cooperación sigue estas líneas de investigación, que son las que concluirán en el estudio empírico.

2.1. ALIANZAS SEGÚN LA TEORÍA DE COSTES DE LOS COSTES DE TRANSACCIÓN

La reducción de costes de transacción ha sido desde siempre uno de los motivos básicos de las alianzas y acuerdos de cooperación. En el caso de los nodos neutros, la causa principal de su existencia es la reducción de dichos costes al compartir una localización para las terminaciones de la fibra, compartir infraestructura y reducir los costes de interconexión entre las empresas de telecomunicaciones.

La primera tratada en los estudios ha sido siempre la decisión sobre la producción en el seno de la empresa o la compra o subcontratación a un tercero, como se deriva de los estudios, entre otros, de Williamson (1985), Teece (1986), Walker (1988) o Buckley y Michie (1996), generando una teoría compleja y muy controvertida, como se deriva de los trabajos de Eglander (1988), Walker (1988), Ghoshal y Morán (1996) y Kay (1997).

La teoría de los costes de transacción nos da una buena base para estudiar la tipología de las decisiones estratégicas sobre abastecimiento y proveedores, por la cual las decisiones de integración vertical dependen de la gestión de costes y de la incertidumbre sobre la posibilidad de crecimiento de costes cuando la empresa confía en un agente externo interesado. Por ello, la aparición de agentes no interesados o neutros encarna la posibilidad de la utilización de los nodos neutros.

Estos costes crecen cuando la empresa necesita muchos activos y trabajo para el abastecimiento, visión clásica de Williamson (1985), pero estratégicamente se evoluciona hacia la necesidad de contratación por motivos de complejidad de procesos, información y compromiso, que determina la utilización de terceros, aliados o subcontratados (Dyer y Singh, 1998). Cuestiones que entroncan perfectamente con la realidad de los nodos neutros, que se encuentran en consideraciones primigenias en los aspectos de gestión.

Existen muchas categorías para corroborar este aspecto de complejidad, como la incertidumbre del entorno, de la relación con otros agentes (*partnership*) y tareas, como se deriva de las aportaciones de Thomson (1967), Milliken (1987), y Bensaou y Venkatraman (1995).

También sobre la utilización de activos e inmovilizados específicos, habilidades concretas (*Know How*), y complementariedad de activos e infraestructuras, como en el trabajo de Dyer y Singh (1998). O por las teorías sobre asimetrías informativas, es decir, sobre la posesión o no de información, como las de Cheung (1983), Coase (1988) o Frasnman (1994), sin entrar en otras disciplinas, como las asimetrías de información en finanzas.

2.2. TEORÍA DE LOS COSTES DE TRANSACCIÓN EN LA INTEGRACIÓN VERTICAL

Las empresas compiten, entre otros, por motivos de precio, calidad y período de maduración de abastecimiento o velocidad en el servicio. Por ello, a las decisiones más comunes sobre estas cuestiones, se le añaden las teorías sobre los activos que son esenciales para sostener y para desarrollar las capacidades de la empresa, como se deriva de Prahalad y Hamel (1990), Walter y Poppo (1991), Leonard-Barton (1992), Schoemaker (1992), Venkatesan (1992), Quinn y Hilmer (1994), Nishiguchi (1994), Teece (1997) y Quin, Anderson y Finkelstein (1997).

A lo que se añaden primeras revisiones sobre conocimiento e integración vertical, con las categorías de conocimiento, realizadas por Von Hippel (1988), North (1990), Nelson y Wright (1992), Tyre y Orlikowski (1993), Doz y Hamel (1997), y Dyer y Singh (1998); que se tratan con un mayor avance en la parte del trabajo relacionada con alianzas y acuerdos de cooperación y Capital intelectual.

Las empresas ganan en ventajas de calidad y coste cuando se combina el aprendizaje organizativo de los equipos y diseño de los productos, reduciendo el ciclo de los productos y ganando ventaja competitiva, como se desprende de los trabajos de Nonaka (1990), Clark y Wheelwright (1992), Sanderson y Uzumeri (1995), y Caldwell (1997). Por lo que externalizar supone la pérdida de estas economías del aprendizaje, de Gomory (1992) y Quinn et al. (1997), transfiriendo dichas competencias y capacidades a rivales potenciales, como exponen Walker y Poppo (1991) y Teece (1997).

Si no se pasan y pierden dichas competencias esenciales, entonces la decisión se reducirá a una decisión de tipo económico, sobre si es más barato comprar o producir internamente, aunque al subcontratar entren en juego otros costes de transacción

relacionados con aspectos legales y de control de la subcontratación. Estos últimos, serán objeto de un análisis ulterior.

Según Kay (1997), los gestores y empleados deberán innovar y trabajar en equipos, para rediseñar las partes y subsistemas e integrar los sistemas de una forma relativamente espontánea.

En cualquier caso, los costes de transacción sirven como parte de la teoría, pero no completan la complejidad que tiene la colaboración empresarial, al existir el análisis de competencias, recursos y capacidades, aprendizaje organizativo y capital intelectual, que se tratan más adelante.

2.3. TEORÍA DE LOS COSTES DE TRANSACCIÓN EN LAS ESTRATEGIAS DE SUBCONTRATACIÓN

La decisión sobre producir dentro de la empresa o subcontratar tradicionalmente se contestaba con que sólo había que subcontratar cuando no se podía realizar desde dentro de la empresa para no romper los equipos, como sostiene Chandler (1977).

Esta visión se transforma con Nishiguchi (1994), cuando sostiene que se han de subcontratar las actividades que generaran competencias no esenciales, requiriendo a los aliados-proveedores la inversión en capital tangible y capital humano. En otros apartados del trabajo se tratarán estos temas.

2.4. ALIANZAS TECNOLÓGICAS: APLICACIÓN A LOS NODOS NEUTROS

Como en el resto de apartados, muchos son los estudios sobre alianzas de tipo tecnológico. Como objetivo de las alianzas siempre ha sido un objetivo básico, como se desprende de los estudios de Casani (1993), Casani y Bueno (1994), Morcillo (1997, 1998).

Existe mucha literatura sobre las relaciones entre empresas relacionadas con tecnología y sus motivaciones como Pfeffer y Novak (1996), Buckley y Casson (1996), Marity y Smiley (1996), Kay (1997), Casson (1998), Dyer y Singh (1998), o Uzzi (1999).

Muchos lo han relacionado con sectores específicos con integración vertical normalmente, relaciones entre proveedores y clientes, como Rumelt, Schendel y Teece (1991). Otros entre eficiencia o no eficiencia en la teoría de los recursos, como Knight (1921), Chandler (1977) o Rumelt (1984); o como recurso en investigación y desarrollo como Chandler (1977), Hughes (1989), Utterback (1994), Von Hippel (1998), Ulrich y Epinger (2000), o Gerwain y Barrowman (2002).

Algunos autores lo han relacionado integración con la cadena de valor, una vez más con relación vertical, como Thompson (1967), Kamath y Liker (1994), Bensaou y Venkatraman (1995), Dyer y Singh (1998), o Kale, Singh y Perlmutter (2000) aunque pocos lo han hecho de forma horizontal.

Como sistema de relación, con la relación entre proveedores, clientes, universidades y otras entidades gubernamentales y no gubernamentales, como redes, como se deriva de los estudios de Lawrence y Lorsch (1967), Auki (1984), North (1990), Helper y Levine (1992), Nelson y Wright (1992), Nelson (1993), Baum, Nelson y Levine (1992), Baumol, Nelson y Wolf (1993), Galmos y Sewell (1995), Nishiguchi y Anderson (1995), Roseblum y Spencer (1996), Kay (1997), Mowery y Rosenberg (1998), Dooz y Hamel (1998), Sapolsky, Gholz y Kaufman (1999), Kauffman, word y Theyel (2000), Sobrero y Roberts (2001), Park y Ungson (2001) y los que se incorporarán en apartados posteriores en los modelos en red, y redes sociales.

Esta es una visión parecida a la que nos encontramos en la creación de los cluster tecnológicos, modelos que relacionan distintos agentes, en relaciones verticales y/o horizontales o laterales (Shan 1990, Teece 1992) y la administración de una infraestructura, como estudia como autor básico de referencia a Porter (1998:2002).

Estos estudios, junto a los anteriores, son los que mejor centran el estudio de los nodos neutros, que tiene la relación básica horizontal de sus miembros, junto a relaciones verticales de negocios y tecnología. En cuestiones de tecnología sólo interviene como sistema de test (Beta tester) y mecanismo de adaptación tecnológica y configurador de estándares.

La generación de redes Bueno (1994), Morcillo (1997), Fernández (1999), podrá ser red Interna, red estable o red dinámica, siendo la red dinámica la caracteriza este tipo de organizaciones, pues Fernández las define como "Red dinámica es la que se genera de explotar una determinada oportunidad que emana de la combinación de las

competencias empresariales denominadas por las compañías nodos". Se relaciona con la perspectiva de las capacidades dinámicas, de Parlad y Hamel (1990), Stalks, Evans y Shulman (1992), Teece, Pisano y Shuen (1997) y Makadock (2001).

2.5. CAPITAL INTANGIBLE Y ALIANZAS Y ACUERDOS DE COOPERACIÓN

El estudio de las alianzas y los acuerdos de cooperación se complementa y enriquece con la aparición teórica de la denominada Economía del Conocimiento, relacionada con la creación del conocimiento en las empresas y la gestión del mismo, que se traduce en la necesidad de estudio y gestión de los intangibles.

Esta aportación al proceso estratégico se traduce en la aparición de teorías, técnicas y aplicaciones, que veremos se concretan en bloques, elementos e indicadores, que modifican el marco teórico tradicional de las alianzas y acuerdos de cooperación. En este apartado estableceremos las bases teóricas del Conocimiento, Capital Intangible, Aprendizaje Organizativo y revisaremos su aportación sobre las alianzas y acuerdos de cooperación, con el Capital Relacional, Capital Tecnológico y Capital Social como componentes más relacionados.

2.5.1. CONOCIMIENTO Y SU INCORPORACIÓN EN EL PROCESO ESTRATÉGICO

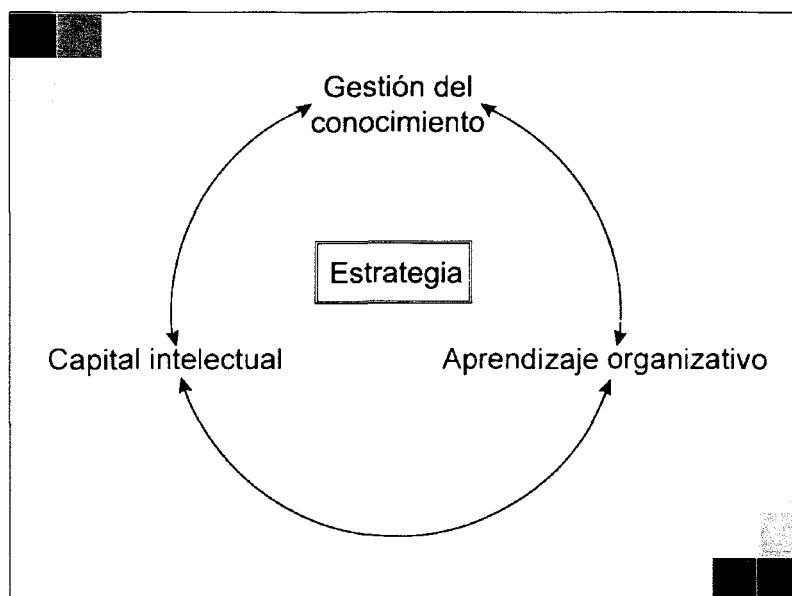
La creciente complejidad del entorno económico y la dificultad de modelización han sido estudiados entre otros por Gell-Mann (1994), en regularidad en series temporales y de datos; Stewart (1989), Gleick (1993), Ruelle (1993) en teoría del caos; modelización dinámica de Samuel y Jacobsen (1997), Aterman y Wittemberg (1999); y la revisión teórica de múltiples autores en los aspectos organizativos de Bueno y Salmador (2001), traducida en los componentes de entorno empresarial, organizaciones como sistemas adaptativos, organizaciones como interacción compleja adaptativa, organizaciones como compleja asociación de individuos, cultura como sistema complejo y las complejidad organizativa en sistemas complejos, adaptación y cambio dinámico.

El estudio de la complejidad y su relación con el entorno económico y organizativo es uno de los factores del Proceso Estratégico y del Reto Estratégico (Bueno, Casani y Lizcano, 1999), que influye de forma determinante en el enfoque del conocimiento,

como se desprende de las aportaciones de Hamel (1998), Nonaka (1991), Drucker (1993), Bueno (1999).

La evolución de los factores productivos (Gorey y Dovat, 1996), acerca la realidad del cambio producido en la actividad económica, principalmente en las primeras economías, de los sectores relacionados con la actividad primaria (agricultura, ganadería y pesca) y de la secundaria (construcción e industria), a la economía de servicios. Esta última, a su vez, evoluciona a la aplicación de valores añadidos y productividades más altas, lo que justifica la aparición de los intangibles y de la importancia del conocimiento.

Para poder entender la estructura conceptual del conocimiento, Bueno (2000) nos ofrece la visión de la tríada conceptual del conocimiento y su relación con la estrategia, que reproducimos en la figura 2.1.



Fuente: Bueno Campos (2000)

Figura 2.1: Tríada conceptual del conocimiento y su relación con la Estrategia

La creación, distribución, medición y gestión de los intangibles, la Gestión o Dirección del Conocimiento (Knowledge Management) y medición del Capital Intangible, parte de

la incorporación en los sistemas de dirección o gestión de variables no financieras, que se plasman Kaplan y Norton (1992,1994,1996) en distintos trabajos en el Cuadro de Mando Integral, más conocido en su terminología anglosajona Balanced Scorecard (BBS, por Balanced Business Scorecard), de cuya aportación a las alianzas y acuerdos de cooperación tratamos en otro apartado del trabajo.

Otros autores destacan en la modelización de la gestión de los intangibles, como Bontis (1996), Sveiby (1997), Edvinsson y Malone (1997, 1999), Roos, Roos, Edvinsson y Dragonetti (1997) y Bueno (1998, 2001, 2003). En la definición de las funciones realizadas por la Dirección del Conocimiento destacan autores como Tissen, Andriesen y Drepez (1998), Nonaka y Takeuchi (1995). Y en el aprendizaje organizativo destacan entre otros Argyris y Schön (1978), Senge (1990), Quinn (1992), De Geus (1997).

Se justifica así la aparición del marco teórico que avanza en metodologías de análisis, de medición y, en consecuencia, de la gestión de los intangibles, que hay que introducir para el análisis teórico y su aplicación en las alianzas y acuerdos de cooperación

2.5.2. EL CAPITAL INTANGIBLE: COMPONENTES Y ELEMENTOS. APORTACIÓN TEÓRICA SOBRE ALIANZAS Y ACUERDOS DE COOPERACIÓN

La medición del Capital Intangible se realiza con la clasificación inicial de los componentes según su naturaleza o bloques, los elementos organizativos y los indicadores (Bueno, 1998). Según esta estructura, nacen distintos modelos de medición, dentro de los que tendremos que enmarcar las alianzas y acuerdos de cooperación.

Estos modelos han sido precedidos y acompañados de modelos que analizan el problema de los intangibles, entre otros el Modelo Dow Chemical (1993), Modelo KPMG (1996), Modelo de Roos, Roos, Dragonetti y Edvinsson (1997), Modelo de Stewart (1997), Teoría de los Agentes Interesados de Atkinson, Waterhouse y Wells (1997), Directrices MERITUM (1998-2002), Modelo de Dirección por Competencias y el Capital Intangible de Bueno (1998), Modelo de Gestión del Conocimiento de Tahúr Andersen (1999), Intellectual Capital Benchmarking System (ICBS) de Viedma (2001).

Tomando los modelos utilizados en la revisión de los modelos de Capital Intangible realizada por Euroforum (1998), El Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento, en el Documento Intellectus (2001 y revisión 2003), y relacionándolos con los aspectos más importantes de la cooperación empresarial, tenemos:

1. Modelo de Cuadro de Mando Integral (Balanced Business Scorecard) de Kaplan y Norton (1992): se establece como una herramienta de gestión, que evoluciona desde el control de gestión a la estrategia, que incorpora los siguientes bloques:

- Perspectiva financiera
- Perspectiva de procesos internos de negocio
- Perspectiva de aprendizaje y crecimiento
- Perspectiva de clientes

Aunque influyen y tienen resultados claros en todos los bloques, las alianzas y acuerdos de cooperación se vinculan más en los estudios a los dos últimos puntos.

2. Modelo Monitor de Activos Intangibles (Intangible Assets Monitor), de Sveiby (1997): se establece con un sistema de medición y gestión de activos, para lo que se agruparon variables en los bloques siguientes:

- Estructura Interna
- Estructura externa
- Competencias

En este caso, donde más se plasman las alianzas y acuerdos de cooperación es en la estructura externa y competencias, siendo difícil de identificar de forma única dónde se establecen las aportaciones al aprendizaje organizativo.

3. Modelo Navegador de Skandia, de Edvinsson y Malone (1997): Relaciona en enfoques de pasado, presente y futuro, en los siguientes:

- Enfoque Financiero

- Enfoque de Cliente
- Enfoque Humano
- Enfoque de Procesos
- Enfoque de Renovación y desarrollo

En este caso, las alianzas y acuerdos de cooperación y, en especial, los relacionados con nodos neutros, son los tres últimos.

4. Modelo de Technology Broker de Brooking (1996): se clasifican los activos intangibles en categorías según su naturaleza, y son:

- Activos de Mercado
- Activos Humanos
- Activos de Propiedad Intelectual
- Activos de Infraestructura

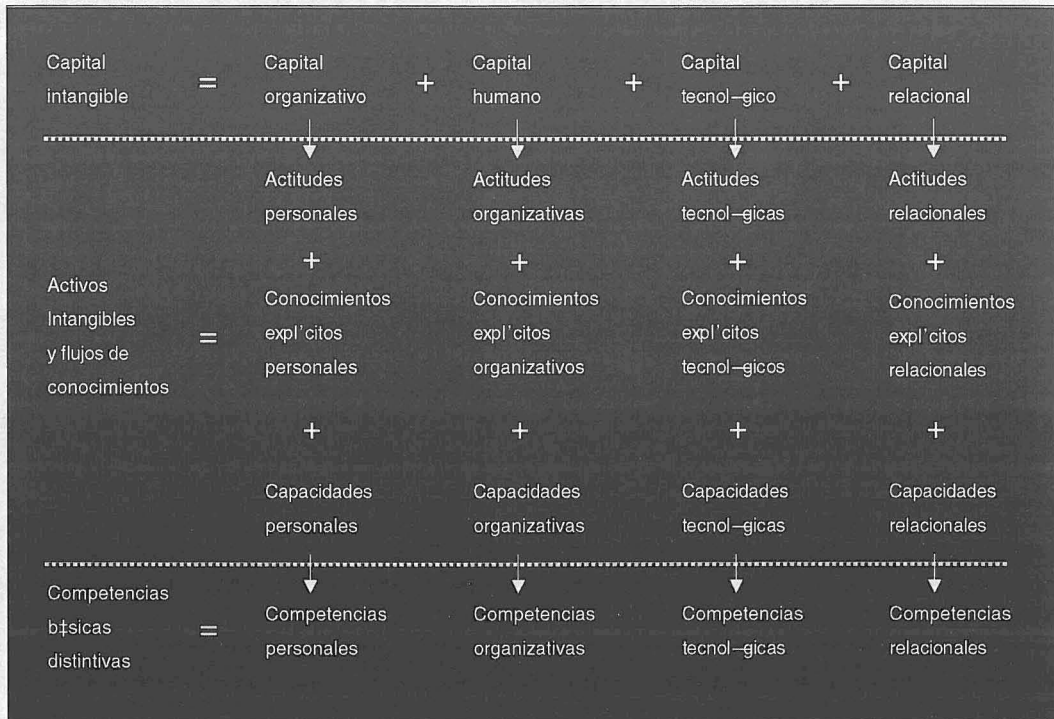
Según este modelo, podemos incorporar las aportaciones en todos sus categorías.

5. Modelo de Estructura y Función del Gestión de Intangibles: el diamante del conocimiento, de Bueno (1998 y 2001): Realiza una distinción explícita del Capital Intangible por componentes según su naturaleza, definiendo los siguientes bloques:

- Capital Humano
- Capital Tecnológico
- Capital Organizativo
- Capital Relacional

Cada uno estos bloques está relacionado con activos intangibles y flujos de conocimiento, y genera unas competencias básicas distintivas, según aparece en la figura 2.2

Estructura y función del capital intangible



Fuente: Bueno Campos (1998)

Figura 2.2 Estructura y función del capital intangible

Todos los bloques serán determinantes para el trabajo, pero los más importantes son los de Capital Tecnológico y, sobre todo, el de Capital Relacional.

6. Modelo de la Universidad Western Ontario de Bontis (1996): Define los bloques siguientes para determinar el Capital Intelectual:

- Capital Humano
- Capital Clientes
- Capital Estructural

Que determinan entre todos ellos el desempeño. El Capital Estructural será el que más determine las alianzas, seguido del Capital Humano.

7. Modelo del Canadian Imperial Bank de Saint Onge (1996): Interrelaciona de forma vinculante Capital Intelectual y Aprendizaje Organizativo, sosteniendo que el conocimiento tácito mejora el rendimiento de la organización. Los componentes en este caso son, por tanto, categorías de aprendizaje:

- Aprendizaje de Clientes
- Aprendizaje Organizacional
- Aprendizaje en Equipo
- Aprendizaje individual

Al tratarse de Aprendizaje Organizativo y Alianzas, se trata en otro apartado del trabajo.

8. Modelo Nova de Camisón, Palacios y Devece (1998): determina el Capital de Innovación y Aprendizaje, como paso previo para la composición del Capital Intelectual, sumándose a los siguientes componentes o bloques:

- Capital de Innovación y Aprendizaje
- Capital Humano
- Capital Organizativo
- Capital Social

De donde relacionamos principalmente con el Capital Organizativo y Capital Social, para nuestro trabajo.

9. Modelo Intellect (1998 y actualización 2003): Es el modelo dentro de los estudiados más completo y que mejor se adapta a las necesidades del trabajo. Se estructura en los siguientes componentes:

- Capital Humano

- Capital Estructural: formado a su vez por:
 - Capital Organizativo
 - Capital Tecnológico
- Capital Relacional: formado por:
 - Capital Negocio
 - Capital Social

El componente en el que se enmarca el objetivo del trabajo es principalmente el Capital Relacional, aunque afecte a otros componentes. Dentro del Capital Intelectual, se encuadra principalmente en el Capital Negocio, aunque se presentan estudios en los que se relacionan con el Capital Social.

En todos los modelos estudiados, desde Kaplan y Norton (1992, 1994) hasta el Modelo Intellec (2003), existe de forma clara la determinación de los capitales tecnológicos y relacionales, como un parte imprescindible de la aportación de las alianzas empresariales. En el caso de los nodos neutros, se establece como valor básico de este modelo de cooperación empresarial la necesidad de producir y transmitir la tecnología y, por la relación horizontal o competitiva de los miembros del nodo, la importancia del modelo de relación como valor del nodo y de las empresas adscritas al mismo.

Si le añadimos los enfoques propuestos sobre alianzas tecnológicas como generación de conocimiento y los relacionados con aprendizaje organizativo y reducción de los costes de transacción, complementamos el enfoque sobre intangibles propuesto por este apartado.

Por último, si le sumamos la relación entre conocimiento y gestión de infraestructura y activos relacionada en el apartado de subcontratación, cerramos el enfoque teórico relacionado con los intangibles.

CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE TELECOMUNICACIONES DATOS: APROXIMACIÓN A LOS NODOS NEUTROS

3.1. DESCRIPCIÓN Y TAXONOMÍA DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

3.1.1. EL EQUIPAMIENTO FÍSICO (HARDWARE) DE LAS REDES

En la actualidad, y posiblemente como consecuencia de la acelerada evolución de la tecnología, no existe una taxonomía que pueda calificarse de generalmente aceptada dentro de la cual puedan incluirse todas las redes de comunicación de datos.

Ahora bien, lo que sí puede distinguirse en la literatura especializada en esta materia es la categorización de las redes desde la perspectiva de dos dimensiones distintas: la tecnología de transmisión que emplean y su escala de operación. Seguidamente se ofrece una descripción de cada una de ellas.

3.1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES SEGÚN LA TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN

En términos generales, puede afirmarse que existen dos tipos de redes atendiendo a las tecnologías de transmisión que utilizan:

- redes de difusión.
- redes punto a punto.

Las **redes de difusión** se caracterizan por disponer de un solo canal de comunicación de datos que es compartido por todas las máquinas —o “nodos”— que componen la red. Así, los mensajes de datos que envía una máquina —llamados también “datagramas” o “paquetes”, según el contexto— son recibidos por todas las demás. Un determinado segmento —o “campo”— del mensaje se utiliza para especificar la máquina concreta a la cual va destinado ese mensaje, al contener en su interior la dirección binaria que identifica unívocamente la máquina destinataria dentro de la red. De este modo, al recibir un mensaje por el canal de comunicación de datos compartido, cada nodo de la red examina el campo de dirección del mensaje, y sólo si va dirigido a él lo procesa. En caso contrario, lo descarta.

Asimismo, las redes de difusión generalmente ofrecen la posibilidad de dirigir un mensaje simultáneamente a todos los nodos de la red, lo cual se realiza en la práctica colocando un código binario especial dentro del campo de destino del mensaje, que no puede confundirse con la dirección correspondiente a ningún nodo individual. Cuando se transmite a través del canal compartido un mensaje cuyo campo de dirección contiene este código, cada una de los nodos de la red lo recibe y lo procesa. Este modo de operación se denomina difusión (*broadcasting*).

Algunas redes de este tipo también contemplan la transmisión de un mensaje a un subconjunto determinado de máquinas de la red —esto es, no a todas pero tampoco a una individual—. Este modo de operación se denomina multidifusión (*multicasting*). Una manera común de implementar en la práctica este modo de operación, consiste en reservar 1 bit del campo de dirección para indicar la multidifusión de ese mensaje. El resto de bits ($n-1$) del campo de dirección contiene la codificación binaria del grupo concreto de máquinas al cual se dirige ese mensaje. Interesa señalar que cada máquina puede pertenecer a uno o más grupos dentro de la red, incluso a todos ellos. Así, cuando se envía un mensaje a un cierto grupo, lo reciben todas las máquinas de la red, pero sólo aquellas que pertenecen al grupo destinatario lo procesan, mientras que las que no pertenecen a él lo descartan.

Las aplicaciones prácticas de los modos de difusión y multidifusión suelen encontrarse en el ámbito industrial, para proporcionar servicios de alarmas, control de procesos industriales y televigilancia. También están muy extendidas en las redes comúnmente empleadas en ofimática.

La red denominada "Ethernet", concebida en 1976 originalmente por R. Metcalfe y D. Boggs, en el laboratorio de la Xerox® en Palo Alto (California)¹, ha llegado a convertirse en el paradigma de las redes de comunicación de datos por difusión. La primigenia red Ethernet se encuentra actualmente normalizada en el estándar IEEE 802.3².

¹ Metcalfe y Boggs, 1976.

² IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) es la asociación profesional más grande del mundo. Además de publicar prestigiosas revistas especializadas en el campo de la

En contraste con las redes de difusión, las redes que emplean la tecnología **punto a punto** se configuran a partir de múltiples conexiones físicas entre parejas individuales de nodos, y ello sin que necesariamente todos los nodos de la red se encuentren conectados entre sí dos a dos. De este modo, para ir desde la máquina origen hasta la máquina destino, un mensaje puede tener que visitar una o más nodos intermedios, que actuarán como meros encaminadores (*routers*) dirigiendo el mensaje por una ruta física válida que lo conduzca hasta su destino.

Habitualmente, son posibles múltiples rutas que enlazan un cierto nodo con otro nodo de la misma red, si bien tales rutas tienen diferentes longitudes, lo cual condiciona el tiempo que emplea el mensaje en ser transmitido en el seno de la red hasta alcanzar su destino. Por ello, los algoritmos de encaminamiento (*routing algorithms*) de los mensajes que se implementan en los nodos que integran las redes punto a punto desempeñan un papel crucial en el diseño y funcionamiento de este tipo de sistemas.

Como regla general —si bien hay muchas excepciones—, puede afirmarse que las redes de reducida dimensión geográfica tienden a usar la difusión, mientras que las redes que se extienden en ámbitos de cobertura territorial amplia suelen emplear la tecnología punto a punto. Como ejemplo ilustrativo, puede señalarse que la red Internet —al igual que sucede con la red telefónica mundial, constituida por la federación de todas las redes telefónicas nacionales— se configura como una red punto a punto.

3.1.1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES SEGÚN SU ESCALA DE OPERACIÓN

Un criterio alternativo para clasificar las redes de comunicación de datos es su escala, es decir, el tamaño del área geográfica sobre la cual se extienden. La escala tiene trascendencia porque, como se ha apuntado anteriormente, condiciona fuertemente la tecnología de transmisión a emplear en la red —que dependerá de la distancia

ingeniería electrónica y la informática y organizar numerosas conferencias cada año, IEEE tiene un grupo de estandarización que se ocupa de elaborar normas técnicas en estas áreas, en colaboración con la industria y el mundo académico.

máxima a la que sea necesario transmitir las señales—, así como la solución concreta para llevar a cabo la interconexión de los nodos que la integran.

En la tabla siguiente se ofrece una taxonomía de los sistemas de múltiples procesadores de acuerdo con el área de cobertura sobre la cual se extienden —es decir, su tamaño físico.

Distancia entre nodos de la red	Ámbito geográfico abarcado por la red	Tipo de red
0,1 m	Tarjeta de circuitos (“chip”)	Máquina de flujo de datos
1 m	Sistema informático	Multicomputador
10 m	Habitación	Red de Área Local
100 m	Edificio	Red de Área Local
1 Km	Campus	Red de Área Local
10 Km	Ciudad	Red de Área Metropolitana
100 Km	País	Red de Área Amplia
1.000 Km	Continente	Red de Área Amplia
10.000 Km	Planeta	Internet

Como puede observarse, en la parte superior de dicha tabla se encuentran las máquinas denominadas de “flujo de datos”, que son computadores de alto grado de paralelismo y multiplicidad de unidades funcionales, todas ellas trabajando conforme a un mismo programa informático. A continuación, aparecen los multicomputadores, sistemas funcionalmente autónomos que se comunican entre sí intercambiándose

mensajes sobre conexiones físicas de longitud muy reducida, aunque dotadas de gran capacidad (velocidad) de transmisión de datos.

Seguidamente, se encuentran los sistemas que pueden considerarse redes en el sentido estricto del término, en las cuales se cumple que las conexiones físicas que enlazan los nodos que las componen son de mayor longitud. Así, en función del área territorial que abarcan, se distingue entre **redes de Área Local** (*Local Area Networks, LANs*), **redes de Área Metropolitana** (*Metropolitan Area Networks, MANs*), y, finalmente, **redes de Área Amplia** (*Wide Area Networks, WANs*).

Por último, interesa destacar que la conexión de dos o más redes entre sí formando una única unidad funcional a efectos de comunicación de datos constituye una **interred**. En particular, la red INTERNET es el ejemplo paradigmático de interred, aunque han existido y existen en la actualidad otras muchas —eso sí, con menor repercusión—, las cuales han acabado integrándose en ese complejo entramado de redes que constituye actualmente Internet.

En atención a la importancia de los conceptos que involucran, a continuación, se presenta una breve descripción de las características técnicas de las redes de comunicación de datos propiamente dichas.

3.1.1.2. LAS REDES DE ÁREA LOCAL

Como se ha indicado, las redes LAN se extienden generalmente dentro de un mismo edificio o grupo de edificios que se encuentren dentro de un cierto recinto privado (*i.e.*, un campus universitario). Por tanto, se trata mayoritariamente de redes de titularidad privada, esto es, dedicadas a prestar servicio exclusivamente a su propietario —en oposición a redes calificables de públicas, que serían aquellas destinadas a prestar un servicio que se ofrece al público en general, como es el caso de las redes telefónicas—.

Este tipo de redes se utilizan ampliamente para conectar entre sí computadores personales (*PCs*), estaciones de trabajo (*Workstations*) y dispositivos electrónicos de control en oficinas de empresas y en instalaciones industriales, con el fin de compartir recursos informáticos (*i.e.*, impresoras, plotters, dispositivos de almacenamiento masivo de datos, etc.) y también para intercambiar información entre las máquinas que se conectan a ellas.

En particular, las LANs se distinguen de otros tipos de redes por tres características principales: (i) su tamaño, (ii) su tecnología de transmisión, que es la difusión, y (iii) su topología.

Las LANs están restringidas por su alcance geográfico, lo cual implica directamente que son muy fiables —experimentan muy pocos errores en la transmisión de los datos, generalmente, con probabilidad de error menor que 10^{-9} —, y asimismo que el tiempo máximo de transmisión de datos entre nodos distantes de la red es reducido, está acotado y se conoce de antemano —normalmente, décimas de microsegundo—. El conocer este límite hace posible usar en las LANs ciertos tipos de diseños que de otra manera no serían prácticos, determina qué tipo de aplicaciones pueden sustentarse sobre la red —aquellas aplicaciones que requieran retardos de transmisión máximos muy reducidos, y muy pocos errores, como es el caso de las redes de control de procesos industriales—, además de simplificar notablemente las tareas de gestión y administración de la red.

Las LANs a menudo se construyen haciendo uso de una tecnología de transmisión que consiste en un único canal de comunicación de datos —constituido en la práctica por un cable físico—, al cual se conectan todas las máquinas que integran la red. Las LANs tradicionales, como es el caso de la red “Ethernet”, operaban a velocidades de 1-10 Mbps³, aunque en la actualidad pueden funcionar a velocidades de 100 Mbps o incluso de 1 Gbps⁴.

Particularmente, las LANs suelen implementarse en la práctica haciendo uso de dos tipos diferentes de topologías:

- “*en bus*”, esto es, empleando un único medio físico de transmisión (cable coaxial) dispuesto linealmente, de manera que ambos extremos del cable quedan abiertos, debiendo conectarse a ellos una impedancia característica (que habitualmente es de 700

³ 1 Mbps = 10^6 bits/segundo.

⁴ 1 Gbps = 10^9 bits/segundo.

Ω) para evitar reflexiones de la señal eléctrica en los extremos del cable.

- “en anillo”, empleando un único medio de transmisión dispuesto de manera circular y conectando entre sí ambos extremos del cable, de modo que el circuito se cierre.

En particular, en el caso de las redes “en bus”, sucede que, en cualquier instante, un nodo actúa como “maestro”, es decir, que tiene a su disposición el medio común de transmisión y puede emitir sus mensajes haciendo uso del mismo, mientras que los demás nodos de la red deben abstenerse de transmitir sobre el cable con el fin de no interferir la emisión del nodo maestro. Cada nodo podrá transmitir sus mensajes en el momento en que obtenga la condición de “maestro”, pasando en ese instante a disponer del uso del medio común de transmisión.

En este tipo de redes, es necesario disponer de un mecanismo de arbitraje para resolver conflictos en caso de que dos o más nodos deseen transmitir simultáneamente sobre el medio común de transmisión. Este mecanismo de arbitraje puede ser distribuido o centralizado.

El mecanismo de arbitraje distribuido, más simple que el centralizado, consiste en que cada nodo puede transmitir mensajes al canal de transmisión cuando desee, siempre que no haya otro nodo transmitiendo en ese preciso momento, en cuyo caso deberá abstenerse de hacerlo para no interferir las señales existentes en el canal. En el supuesto de detectarse conflicto en el acceso al canal de transmisión —en forma de colisión de dos mensajes transmitidos simultáneamente, lo que los convierte en ininteligibles, al corromperse la señal—, cada nodo esperará un tiempo aleatorio antes de reintentar la transmisión.

Este es el mecanismo de arbitraje que originalmente se empleó para construir la primigenia red Ethernet diseñada por Metcalfe y Boggs, y es el que se encuentra consagrado en el estándar IEEE 802.3⁵. La Figura 3.1 - red en bus ilustra la configuración característica de una LAN en bus.

⁵ IEEE 1985a.

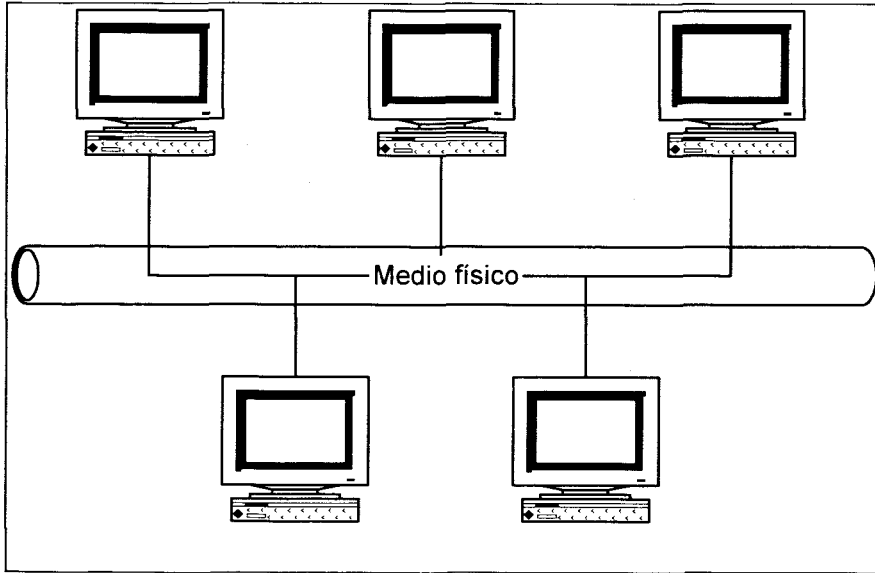


Figura 3.1 - red en bus

No obstante, a partir de 1989, las redes LAN comerciales que implementaban el protocolo IEEE 802.3 (“Ethernet”) comenzaron a construirse empleando topologías “en estrella” —esto es, todos los nodos conectados a un único concentrador con múltiples puertos de acceso (denominados “hubs”) mediante cables de par trenzado de cobre⁶—. Esta topología presenta considerables ventajas en cuanto a facilidad de diseño y ampliación de la red frente a la topología en bus, además de ser más económicas por la diferencia de coste entre el cable coaxial y el cable de par trenzado. En realidad, esto ha supuesto meramente un simple cambio de topología física, ya que la presencia del concentrador o *hub*, cuya misión consiste en retransmitir por todos sus puertos la señal que recibe por cualquiera de ellos, hace que, funcionalmente, se comporte como un “bus virtual” que difunde la señal entre todos los nodos de la red. La Figura 3.2 - red en estrella con *Hub* ilustra la topología de una LAN configurada en estrella mediante un *hub*.

⁶ Recogida en los estándares técnicos IEEE 10BaseT (10 Mbps) y IEEE 100BaseT (100 Mbps).

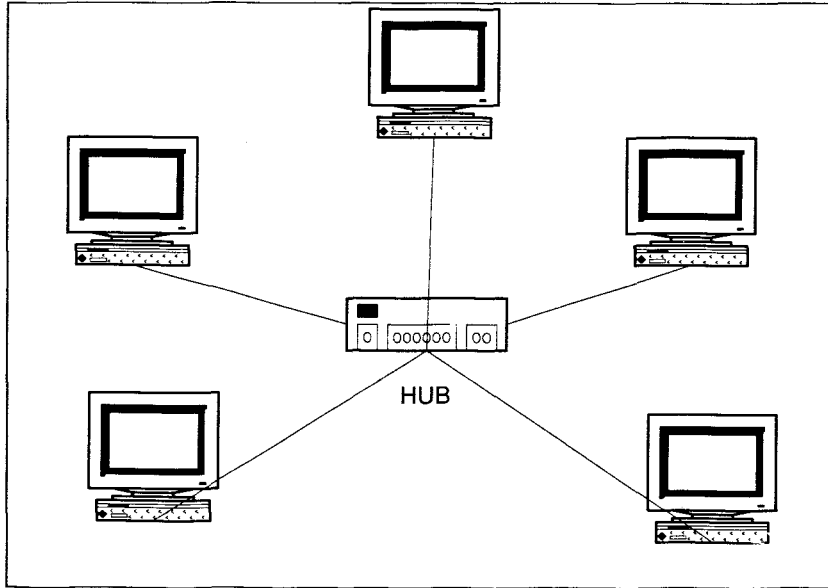


Figura 3.2 - red en estrella con Hub

Por su parte, el mecanismo de arbitraje centralizado consiste en que un cierto nodo de la red se encarga de resolver los eventuales conflictos de acceso al canal común, de acuerdo con un algoritmo de asignación de prioridades de transmisión a los nodos. Así, sólo podrá hacer uso del medio de transmisión para transmitir sus mensajes aquel nodo que disponga de permiso para hacerlo. La asignación de los permisos de transmisión se hace intercambiando entre los nodos un mensaje especial o "testigo" (*token*). De esta manera, en cada instante sólo puede transmitir sobre el canal aquel nodo que dispone del *token*, mientras que el resto debe abstenerse de hacerlo. Esta modalidad de funcionamiento en redes LAN configuradas "en bus" se encuentra recogida y especificada en el estándar técnico IEEE 802.4 (*Token Bus*)⁷.

Un segundo tipo de redes son las configuradas "en anillo", las cuales han sido muy empleadas, desde hace largo tiempo, para construir tanto redes LAN como redes MAN⁸.

⁷ Dirvin y Miller, 1986, e IEEE 1985b.

⁸ Pierce, 1972.

Entre sus muchas características atractivas debe destacarse el hecho de que, realmente, un anillo no es un medio de difusión —aunque sí lo es desde el punto de vista funcional—, sino un conjunto de enlaces punto a punto individuales que, conjuntamente, conforman un círculo. Los enlaces punto a punto implican una tecnología bien entendida y probada en campo que puede operar en par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. Al igual que las redes en bus, las redes en anillo también son equitativas y tiene un tiempo límite superior de acceso al canal reducido y acotado.

En este tipo de redes, cada bit del mensaje se propaga individualmente en el interior del anillo, alcanzando así a todos los nodos que integran la red, y lo hace sin esperar al resto de los bits de su mismo mensaje. Típicamente, dada la velocidad de transmisión en el medio —que es de 4-16 Mbps—, cada bit recorre el anillo entero en el tiempo que toma transmitir unos pocos bits, lo cual sucede antes de que el mensaje completo se haya transmitido.

Asimismo, tal como sucede en todas las redes de difusión, en las redes en anillo se requiere un mecanismo de arbitraje que regule el acceso al canal común de transmisión, y ello para evitar conflictos de acceso producidos por la transmisión de más de un nodo simultáneamente. El método empleado en este tipo de redes suele ser el de “paso de testigo” (*token*), de modo análogo al descrito para las redes en bus. Este algoritmo de acceso al canal se encuentra recogido en el estándar técnico IEEE 802.5, que corresponde con la popular red denominada “*token ring*”⁹, inicialmente concebida y comercializada por IBM®. La Figura 3.3 - red en anillo ilustra la configuración típica de una LAN en anillo.

⁹ Latif *et al.*, 1992, IEEE 1985c.

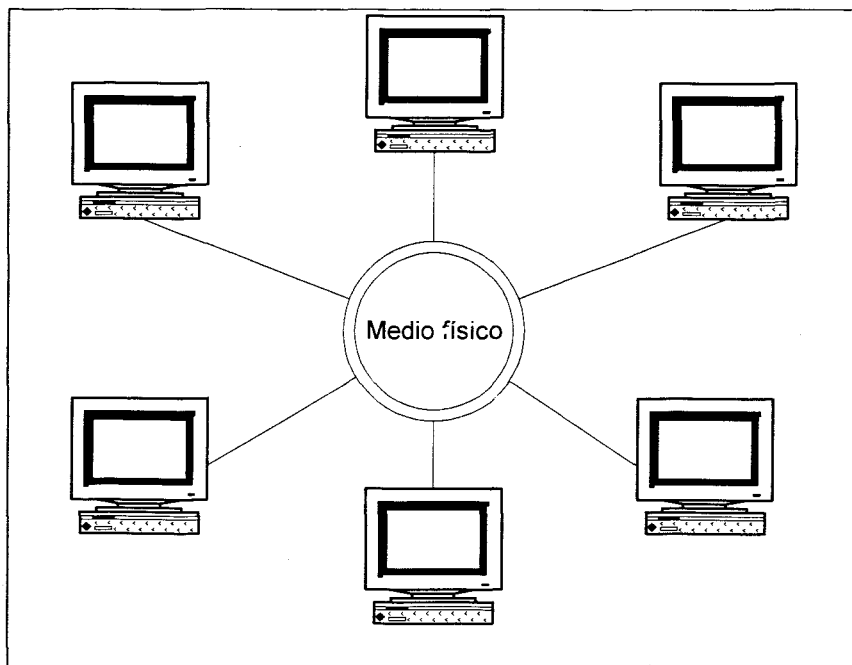


Figura 3.3 - red en anillo

Las redes de difusión pueden clasificarse también como estáticas y dinámicas, dependiendo de la forma en que se asigna el uso del canal común a los nodos.

Una asignación estática típica divide el tiempo en intervalos discretos y ejecuta un algoritmo de asignación cíclica de tales intervalos entre todos los nodos de la red, permitiendo a cada máquina transmitir únicamente cuando le llega su turno. Este tipo de asignación estática del canal tiene el inconveniente de que se desperdicia capacidad de transmisión cuando una máquina no tiene mensajes que transmitir en el momento en el que le llega su turno de hacer uso del canal, por lo que, en la práctica, las redes se implementan habitualmente empleando mecanismos de asignación dinámica, esto es, bajo demanda.

En las redes de difusión que utilizan mecanismos de asignación dinámica del canal de transmisión, se requiere asimismo un algoritmo para arbitrar conflictos de acceso, que pueden ser centralizados o distribuidos. Tales mecanismos son los que se han detallado anteriormente para las redes LAN con configuración en bus.

3.1.1.2. LAS REDES DE ÁREA METROPOLITANA

Una red de Área Metropolitana (MAN) es básicamente una versión de LAN de mayor tamaño, y se basa en una tecnología similar. Las MANs pueden abarcar un grupo de oficinas corporativas cercanas o, típicamente, una ciudad, y normalmente son de carácter público —desplegadas por operadores de telecomunicaciones para comercializar servicios de transmisión de datos de alta velocidad—. Así pues, las MANs pueden manejar señales de voz (digitalizada) y datos, e incluso pueden estar relacionadas con redes de televisión por cable.

Una característica fundamental de las MANs es que están conformadas únicamente por dos medios físicos de transmisión —uno para cada sentido de la transmisión, ya que suelen consistir en cables de fibra óptica, que son unidireccionales—, y no poseen elementos de conmutación —a diferencia de las redes telefónicas—. Al no tener que realizar conmutaciones de tráfico, su diseño se simplifica notablemente.

La razón principal para distinguir las MANs como una categoría propia de redes de comunicación de datos es que se ha adoptado un estándar técnico para ellas, que se denomina DQDB (*Distributed Queue Dual Bus*), recogido en la norma IEEE 802.6¹⁰.

El DQDB consiste, fundamentalmente, en dos buses (cables) unidireccionales —esto es, la señal sólo puede propagarse en un sentido en el interior de cada uno de ellos—, a los cuales se encuentran simultáneamente conectadas todas las máquinas que integran la red. Cada bus tiene una cabecera (*head-end*), que es un dispositivo que inicia la actividad de transmisión generando constantemente mensajes de 53 bytes (424 bits) de longitud. Cada célula viaja por el bus hasta que sale de él. Así, el tráfico procedente de un nodo y destinado a otro nodo que se sitúe físicamente a la derecha del emisor se cursará por uno de los buses. El tráfico procedente desde ese mismo emisor y destinado a otro nodo situado físicamente a la izquierda de dicho emisor se cursará por el otro bus. La Figura 3.4 - MAN DQDB ilustra la configuración de una red DQDB.

¹⁰ Kessler y Train, 1992.

Sadiku y Arvind, 1992

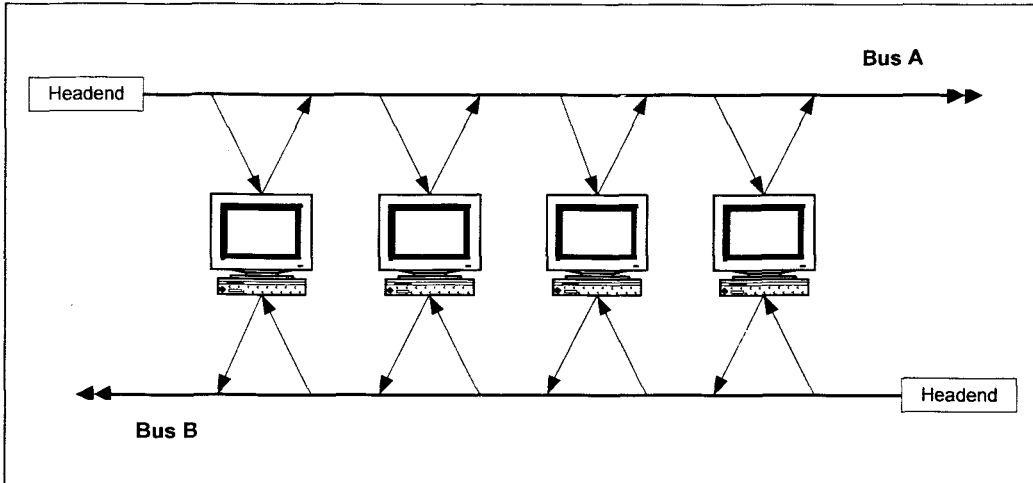


Figura 3.4 - MAN DQDB

Un aspecto clave de las MANs es que disponen de un único canal lógico de transmisión —aunque esté conformado físicamente por dos cables individuales— al cual se conectan todos los nodos de la red. Esto simplifica mucho el diseño comparado con las redes de Área Amplia.

3.1.1.3. LAS REDES DE ÁREA AMPLIA

Una red de Área Amplia (WAN) emplea la tecnología punto a punto —a diferencia de las redes LAN y MAN, que usan la tecnología de difusión—, ya que se extiende sobre un ámbito geográfico extenso, normalmente abarcando un país o un continente. Las WANs están constituidas por máquinas interconectadas que se dedican a ejecutar programas de usuario —esto es, aplicaciones, concepto que se detallará más adelante—. La denominación técnica comúnmente aceptada para estas máquinas que componen la red es la de **Host**. Ocasionalmente, en la literatura especializada en esta materia se emplea también el término “sistema terminal” (*End System*) para designarlas¹¹.

En las redes WAN, los *hosts* están conectados por una subred de comunicación de datos, o simplemente, **subred**. La función de la subred consiste en conducir los mensajes entre los *hosts* origen y los *hosts* destino de los mismos, al igual que la red

¹¹ Tanenbaum *Computer Networks*.

telefónica convencional transmite la señal vocal entre los interlocutores en una llamada de teléfono. La separación funcional que existe entre los aspectos exclusivamente de comunicación de la red (subred) y los aspectos de aplicación de usuario que se ejecuta sobre las máquinas conectadas a ella (*host*) simplifica notablemente el diseño de la misma, ya que pueden implementarse y modificarse posteriormente con independencia la una de la otra.

Habitualmente, en las subredes de las WANs pueden distinguirse dos componentes bien diferenciados: las líneas de transmisión física de las señales, llamados circuitos, canales o troncales, y los elementos encargados de realizar la conmutación de los mensajes, denominados **IMPs** (*Interchange Message Points*) o, más genéricamente, **routers**. Merece la pena hacer notar que no existe consenso en la terminología a emplear para designar a estos elementos de la redes de comunicación de datos, si bien ello no impide que el concepto técnico se encuentre claramente definido.

Los circuitos de enlace pueden estar constituidos por simples líneas telefónicas, líneas digitales de alta velocidad —que proporcionan asimismo los operadores de telecomunicaciones— o bien por líneas inalámbricas, ya sean por ondas de propagación terrestre o por satélite.

Por su parte, los IMPs o *routers* son nodos especializados que comparten entre sí uno o más circuitos de transmisión, y desempeñan la misión de realizar, de acuerdo con un cierto algoritmo más o menos sofisticado, el encaminamiento (*routing*) de los mensajes a través de la subred siguiendo una ruta válida que enlaza el *host* origen y el *host* destinatario de los mismos. Así, cuando los datos llegan a un IMP a través de uno de los circuitos de entrada, éste elige uno de los circuitos de salida para retransmitir sobre él el mensaje recibido.

Las redes WAN se emplean principalmente para conectar entre sí, cubriendo una extensa área geográfica, redes LAN o, incluso, redes MAN. Así, cada *host* está habitualmente conectado a una LAN, en la cual debe estar asimismo presente un *router*. Cabe advertir que el *host* y el *router* pueden encontrarse físicamente implementados sobre una misma máquina, pero lo que debe quedar bien claro es que corresponden a funcionalidades distintas: el *host* ejecuta las aplicaciones de usuario, mientras que el *router* se ocupa de las funciones de comunicación de los mensajes que requieran ser intercambiados entre *hosts* remotos a través de la WAN. Como se

ha explicado, la colección de circuitos de enlace y *routers* conforman la subred. La Figura 3.5 - Estructura de una WAN ilustra los conceptos que acaban de presentarse.

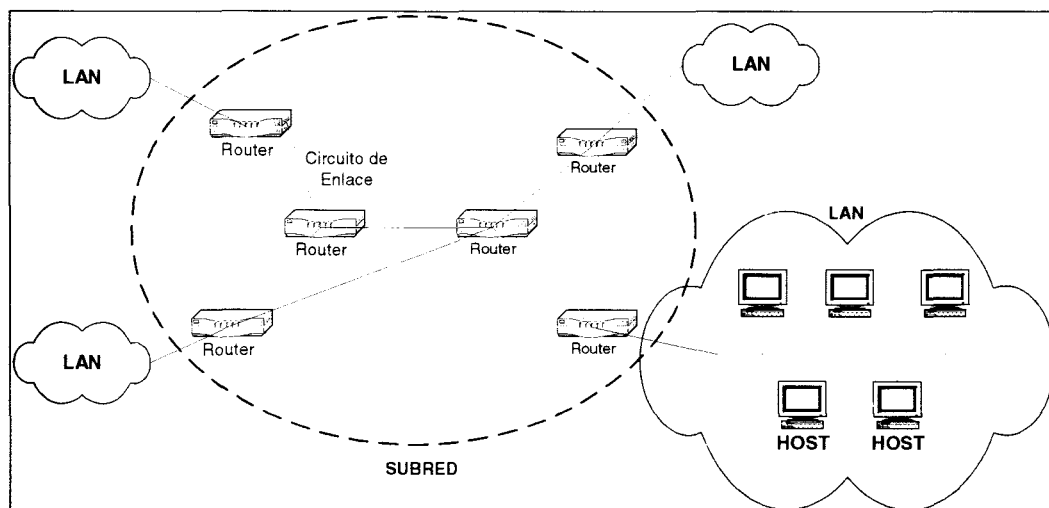


Figura 3.5 - Estructura de una WAN

Resulta necesario mencionar que, en casi todas las WAN, la red contiene numerosos circuitos de enlace, cada uno de ellos conectado a una pareja de *routers*. Si dos *routers* que no comparten un mismo enlace requieren intercambiarse mensajes, deberán hacerlo indirectamente a través de otros *routers* que conformen una ruta física válida entre los primeros. Cuando esto sucede, el mensaje se recibe completo en cada uno de los *routers* intermedios que participan en la comunicación, se almacena en él hasta que la línea de transmisión requerida para su reenvío quede libre y, a continuación, se transmite por ella para alcanzar a otro *router* intermedio o, en su caso, al perteneciente a la LAN en la cual reside el *host* que es destinatario final de dicho mensaje.

Este principio de diseño de las subredes —que es el mayoritariamente empleado en las WAN, excepto en aquellas que poseen exclusivamente circuitos de enlace por satélite— se denomina genéricamente “de conmutación de mensajes” (o de “paquetes”, según el contexto), y otras veces “de almacenamiento y reenvío” (*store & forward*).

Debe tenerse en cuenta que, cuando se diseña una subred, una consideración técnica importante es la topología de interconexión a emplear para conectar entre sí los *routers* haciendo uso de los circuitos de enlace. Así, mientras que las redes LAN que

se construyen con tecnología punto a punto suelen tener topologías simétricas, las subredes de las WAN suelen tener configuraciones irregulares. Ello ocurre porque, en las WAN, habitualmente hay que conectar un número grande de *routers* abarcando una extensa área geográfica, lo cual impide que esto pueda llevarse a cabo en la práctica empleando circuitos de enlace que unan cada uno de ellos con todos los demás, debido al coste ingente que conllevaría la contratación con los operadores de telecomunicaciones del elevado número de enlaces que serían necesarios —el cual resulta ser proporcional al cuadrado del número de nodos a conectar—.

3.1.1.4. LAS REDES INALÁMBRICAS

Las redes inalámbricas (*wireless*) no constituyen *per se* un tipo específico de redes de comunicación de datos, ya que se caracterizan únicamente por el hecho de que el medio físico de comunicación que se emplea para llevar a cabo la transmisión de los datos entre los nodos que integran la red no es un cable, sino un enlace por ondas electromagnéticas de propagación terrestre. Así, las redes que hacen uso de enlaces vía satélite no se consideran generalmente incluidas dentro de las redes inalámbricas.

Sin embargo, debido al auge que en los últimos tres años ha experimentado este tipo de tecnología en el mercado de las redes de computadores, resulta oportuno dedicar un epígrafe específico a describirlas.

Una vez aclarado lo anterior, cabe señalar que las redes inalámbricas pueden considerarse una manera concreta de implementar redes LAN, haciendo uso de enlaces radioeléctricos para establecer la conexión física entre los nodos de las mismas. En cuanto a su funcionalidad, las redes inalámbricas operan de la misma forma en que lo hacen las redes LAN, mayoritariamente empleando tecnología de difusión, si bien existen algunas modalidades que funcionan con tecnología punto a punto —particularmente, las que se basan en las redes públicas telefónicas digitales GSM o GPRS¹²—.

No obstante, las redes inalámbricas ofrecen considerables ventajas frente a las redes LAN construidas mediante cables físicos —metálicos o de fibra óptica—. Esto es así porque las redes inalámbricas no requieren de la labor previa de cableado del espacio

¹² Garg y Wilkes, 1996.

físico en el cual pretende instalarse la red, eludiendo al tiempo las incomodidades que generalmente suponen los cables que alcanzan los puestos de trabajo de los usuarios de la red. Además, disponen de la ventaja de proporcionar cierta movilidad a los puestos de trabajo en red, lo que implica un atractivo notable a la hora de construir redes de computadores en oficinas e instalaciones industriales, tanto por consideraciones de flexibilidad operativa como de seguridad¹³. La Figura 3.6 - red inalámbrica ilustra una configuración típica de una LAN inalámbrica.

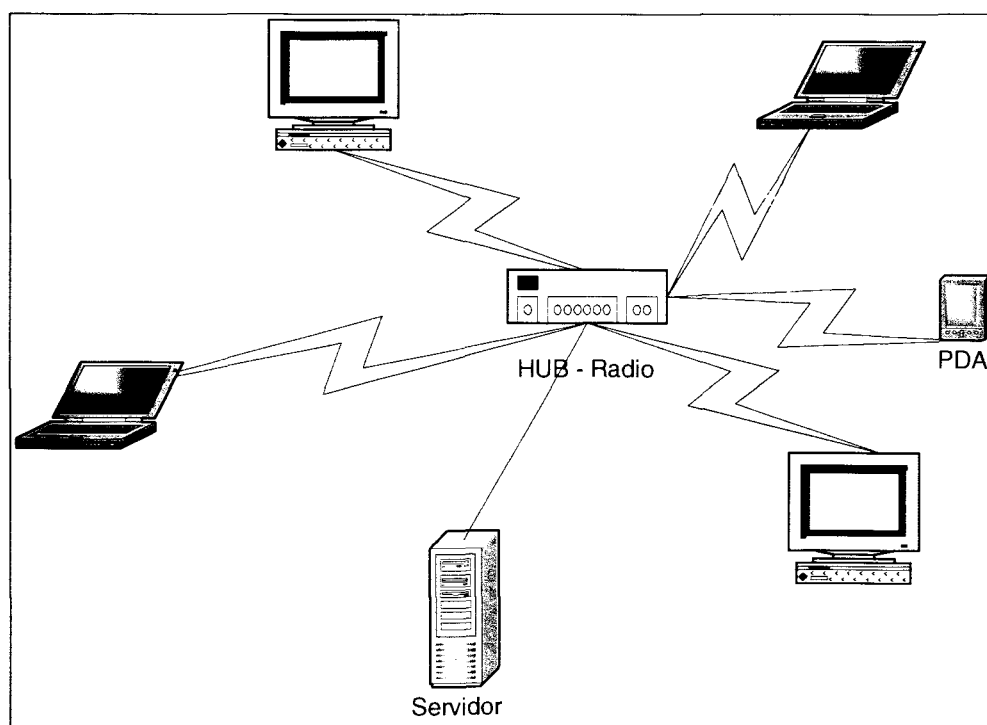


Figura 3.6 - red inalámbrica

En particular, las redes inalámbricas habitualmente hacen uso de enlaces de microondas, en la banda de 27 MHz. (*citizen band* o “banda ciudadana”). Esta banda del espectro radioeléctrico se encuentra libre de regulación, es decir, es de libre disposición, por lo que, para su uso, no requiere de asignación previa por parte de las autoridades públicas. Normalmente, se implantan en el interior de edificios —oficinas, polígonos industriales, aeropuertos, hoteles, etc.—, de modo que tienen un alcance

¹³ Davis y McGuffin, 1995.

reducido (generalmente, unos 200 metros lineales) que limita las posibilidades de interferencias.

La modalidad comercial más extendida en la actualidad es la tecnología denominada Wi-Fi, que es, en realidad, una red tipo Ethernet sobre enlaces radio. Esta solución tecnológica se encuentra normalizada en el estándar IEEE 802.11. Cabe señalar que este tipo de redes LAN con tecnología Wi-Fi ha abierto enormes posibilidades comerciales para los operadores que actúan en el mercado de las telecomunicaciones, en la medida en que pueden ofrecer servicios de comunicación de datos a un ingente mercado potencial constituido principalmente por ejecutivos que requieren conectividad remota a Internet desde ciertas ubicaciones que frecuentan, como son aeropuertos y hoteles. Dicho modelo de negocio, todavía incipiente en este momento, consiste en ofrecer servicios de conectividad para ordenadores portátiles o PDAs (*Personal Digital Assistants*) dentro de tales recintos, haciendo posible que los usuarios se conecten a Internet mediante la LAN inalámbrica privada instalada en el interior de los mismos, de forma que puedan descargar en su portátil su correo electrónico o bien acceder a servicios de información. El usuario paga en función del tiempo de conexión o, alternativamente, por el volumen de datos transmitidos durante el tiempo que hace uso del servicio.

Otra modalidad, menos empleada en la actualidad, consiste en hacer uso de la banda de infrarrojos del espectro radioeléctrico, la cual está asimismo desprovista de regulación. Este tipo de tecnología tiene el inconveniente de requerir visibilidad directa entre los puntos que se enlazan mediante los circuitos de infrarrojos, que son además muy vulnerables a los fenómenos meteorológicos que reducen la visibilidad, como la lluvia o la niebla. Por esta razón, se utilizan principalmente para enlazar edificios próximos situados dentro de un mismo campus o recinto industrial, y normalmente requieren de enlaces redundantes (*back-up*) constituidos por líneas telefónicas¹⁴.

Por su parte, las redes públicas de telefonía móvil digital también permiten la conexión a ellas de terminales como ordenadores personales y PDAs, lo cual es posible gracias a la implantación de soluciones tecnológicas como el GSM (*Global System for Mobile communications*), el GPRS (*General Packet Radio Service*) o, más recientemente, el

¹⁴ Nemzow, 1995.

UMTS (*Universal Mobile Telephone System*). El inconveniente principal de estas soluciones frente a las anteriormente descritas es su limitada velocidad efectiva de transmisión, que es de hasta 9.600 bps en GSM, hasta 120 Kbps en GPRS y de 184 Kbps-2Mbps en UMTS.

En cuanto al modelo de negocio que en este ámbito están desplegando los operadores que explotan redes públicas de telefonía móvil, cabe señalar que en GSM, el usuario paga por el tiempo de conexión, mientras que en GPRS y UMTS el usuario paga por el volumen de datos transmitidos, con independencia del tiempo de conexión que emplee. Esto se debe a que en GSM no se utiliza la tecnología de conmutación de mensajes (*store & forward*), a diferencia de lo que sucede en GPRS y UMTS, sino que se hace uso de la conmutación de circuitos, al igual que en las redes telefónicas convencionales¹⁵.

Por esta razón, en las redes GSM la capacidad de transmisión se asigna de forma exclusiva para el usuario, durante todo el tiempo que está establecida la conexión y con independencia del uso que haga de ella —esto es, de la cantidad de datos que curse—, lo cual implica que debe pagar en función del tiempo (recursos de red consumidos). Este hecho y la reducida velocidad de transmisión que ofrece GSM contribuye a explicar por qué los servicios de datos sobre estas redes públicas de telefonía móvil no se han desarrollado con el éxito que hubieran deseado los operadores.

3.1.1.5. LAS INTERREDES

Como se ha mencionado más arriba, el término técnico interred se emplea para designar una colección de redes heterogéneas interconectadas entre sí, generalmente haciendo uso de elementos específicos, denominados “pasarelas” (*Gateways*), que proporcionan la necesaria traducción entre ellas, en términos de *hardware* y *software*, para que la comunicación entre nodos remotos ubicados en redes distintas sea posible.

Una forma común de interred es una serie de LANs interconectadas entre sí a través de una o más WANs. Merece la pena indicar que, de hecho, el nombre “Internet” con

¹⁵ Rahnema, 1993.

el que se designa a la mayor red de computadores del planeta, procede de la palabra inglesa *internet* (esto es, interred).

No debe confundirse una interred con una red (LAN o WAN) o con una subred. La subred tiene su sentido generalmente aceptado en el contexto de una WAN, en el cual se refiere, como se ha descrito, a la colección de *routers* existentes junto con sus circuitos de enlace. Los *hosts* no forman parte de la subred, aunque sí de la WAN. Por su parte, en el ámbito de las redes LAN no existe subred, como se ha explicado, ya que emplean difusión de mensajes y no realizan encaminamiento de los mismos. Cuando se conectan entre sí dos o más redes (LANs o WANs), se forma una interred¹⁶.

3.1.2. EL EQUIPAMIENTO LÓGICO (SOFTWARE) DE LAS REDES

Las primeras redes de comunicación de datos se diseñaron con el *hardware* como preocupación principal, ya que los sistemas primigenios eran tan sumamente heterogéneos que la mayor complejidad residía en la manera de realizar su conexión física. Posteriormente, la dificultad se trasladó al diseño del *software* de comunicación entre los nodos de la red, a medida en que las redes se fueron ampliando y las aplicaciones de las mismas fueron incrementando sus exigencias en términos de funcionalidad y velocidad de procesamiento. Por esta razón, resultó necesario concebir *software* de comunicación de datos altamente estructurado.

Los conceptos técnicos relativos a la manera en la que se estructura el *software* de las redes de comunicación de datos se describen en los epígrafes que se presentan a continuación.

3.1.2.1. JERARQUÍAS DE PROTOCOLOS Y ARQUITECTURAS DE RED

Para reducir la complejidad de su diseño, las redes de comunicación de datos se organizan como una serie jerárquica de capas sucesivas o **niveles lógicos** (*layers*) —que son realmente módulos de *software*—, cada uno de ellos construido sobre la funcionalidad que le proporciona el inmediatamente inferior. El propósito de cada uno de dichos niveles consiste en ofrecer determinados servicios de comunicación a los

¹⁶ Stallings

niveles que se sitúan jerárquicamente por encima, de tal suerte que los niveles superiores no tengan necesidad de conocer el detalle de la forma en que realmente están implementados los servicios que les suministran los niveles jerárquicamente inferiores. Con ello, se logra separar conceptualmente la funcionalidad a desempeñar por el *software* de la manera concreta en que dicha funcionalidad se implementa en la práctica —esto es, de la programación informática—.

Así pues, con esta filosofía, el nivel n de una determinada máquina de una red lleva a cabo una comunicación con el nivel n que corresponde a otra máquina de la misma red, siempre que ambos niveles se ajusten en su diseño a las reglas y convenciones establecidas para que pueda tener lugar el correcto intercambio de datos entre ellos. A estas reglas y convenciones se les conoce colectivamente como el **protocolo** de nivel n . Básicamente, un protocolo es un acuerdo entre las partes que se comunican —en este caso, las partes están constituidas por módulos de *software*— sobre cómo va a proceder la comunicación o intercambio de datos entre ellas. En caso de que el protocolo no se respete, la comunicación resultará imposible¹⁷.

La Figura 3.8 - Niveles funcionales y protocolos en el Modelo de Referencia OSI ilustra, como ejemplo, una red conformada por cuatro niveles lógicos, implementados en dos nodos (*Hosts A y B*). Las entidades lógicas (niveles) que residen en la misma posición en la jerarquía pero en diferentes máquinas se denominan “pares” o “niveles homólogos”, y son ellos los que se comunican entre sí intercambiando datos, de acuerdo con el protocolo establecido.

¹⁷ Puede hacerse un símil de ello con el lenguaje oral de las personas. Dos personas lograrán conversar si son capaces de hablar la misma lengua, pero no podrán hacerlo si hablan lenguas distintas. Y ello sucede porque las convenciones fonéticas, gramaticales y semánticas que definen cada lengua (protocolo) son imposibles de reconocer por alguien que la desconoce.

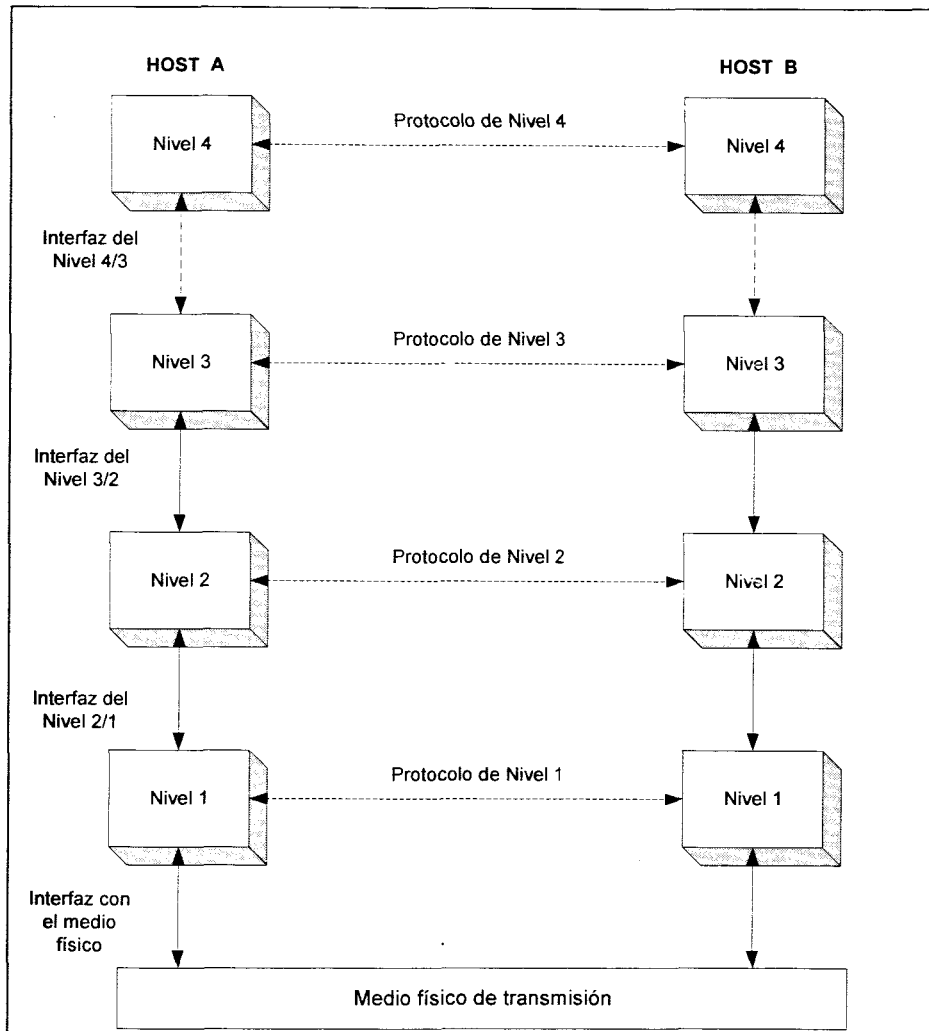


Figura 3.7 - estructura software en niveles lógicos

Como se observa en la figura, los niveles homólogos no se comunican entre sí intercambiándose datos directamente entre ellos. Lo que sucede es que cada nivel transfiere datos e información de control al nivel jerárquico inmediatamente inferior dentro de la misma máquina, y así sucesivamente hasta alcanzar el nivel más bajo (nivel 1). Debajo del nivel 1 se encuentra el medio físico de transmisión —que puede ser cable metálico, fibra óptica o un enlace radioeléctrico, como se ha explicado anteriormente—, sobre el cual tiene lugar la transmisión física de las señales que corresponden a los datos o mensaje que se intercambia entre los nodos.

Entre cada pareja de niveles adyacentes existe una interfaz de comunicación. Dicha interfaz define qué operaciones y servicios de comunicación proporciona un

determinado nivel al nivel jerárquico inmediatamente superior, y cómo éste debe hacer uso de ellos (invocarlos). A estas reglas de comunicación entre niveles adyacentes se les denomina **primitivas de servicio**, que es un concepto propio de la programación informática.

En algunas redes, sucede que no existe límite para el tamaño del mensaje que se transfiere entre las entidades del nivel jerárquico n , pero sí existe un tamaño máximo para los mensajes correspondientes al nivel jerárquico $n-1$, o bien ocurre que el tamaño del mensaje manejado por el nivel n excede al tamaño del mensaje manejado por el nivel $n-1$. En tal caso, resulta necesario que el nivel $n-1$ proceda a trocear el mensaje que le transfiere el nivel n , lo ubique dentro de mensajes propios de tamaño menor y le adjunte información de control suficiente para que, en la máquina remota, el nivel homólogo pueda reconstruir el mensaje original y transferirlo correctamente al nivel n dentro de la máquina destino.

Naturalmente, cuando los diseñadores de redes deciden cuántos niveles incluir en una red y lo que cada uno de ellos debe hacer, lo más importante es definir correctamente las interfaces entre ellos. Esto requiere a su vez que cada nivel sea responsable de ejecutar una serie de funciones bien definidas. Con ello se logra que pueda separarse estructuralmente las funciones a desempeñar por un nivel lógico y la forma en que dichas funciones se implementan en forma de programas informáticos.

Asimismo, un cierto conjunto de niveles jerárquicos y de sus respectivos protocolos integran lo que se denomina una **arquitectura de red**. La especificación de una arquitectura de red debe ser suficientemente detallada para que un programador pueda escribir el programa o construir el *hardware* correspondiente a cada nivel de manera que obedezca de forma correcta al protocolo apropiado. Ni los detalles de la implementación física del *software* o *hardware* ni la especificación de las interfaces entre niveles forman parte de la arquitectura, ya que se encuentran integradas dentro de las máquinas y no son visibles desde el exterior de ellas —a diferencia de los protocolos, que deben ser implementados en todas las máquinas—.

De hecho, ni siquiera es necesario que las interfaces entre niveles en todos los nodos de la red sean iguales, siempre que cada nodo sea capaz de usar correctamente todos los protocolos que corresponden a los niveles de la arquitectura. Por esa razón,

en algunas redes no se dispone de una arquitectura propiamente dicha, sino que funcionan con una serie de protocolos bien definidos. A este tipo de estructura se le denomina **pila o jerarquía de protocolos**.

Históricamente, en la labor de diseño de arquitecturas para redes de comunicación de datos han intervenido una multiplicidad de actores, cada uno de ellos en defensa de sus propios intereses económicos o estratégicos:

- Por un lado, los grandes fabricantes de equipos, como IBM[®]. De hecho, a mediados de la década de los setenta, esta compañía comenzó a comercializar sus sistemas construidos conforme a una arquitectura patentada de siete niveles jerárquicos conocida con el nombre de *System Network Architecture, SNA*[®]. La pretensión de IBM consistía en convertir su arquitectura SNA en un estándar mundialmente aceptado para la interconexión de sistemas informáticos, y perpetuar así el enorme poder de mercado de que disfrutaba en aquel momento.
- Por otro lado, el mundo académico, con apoyo de las Administraciones Públicas y a instancia de los gobiernos —principalmente, el norteamericano—. Como fruto de estos esfuerzos, en 1974 los investigadores Vinton Cerf y Robert Kahn desarrollaron la pila de protocolos denominada TCP/IP (*Transport Communications Protocol / Internet Protocol*). En 1983, TCP/IP se convirtió en el estándar técnico de comunicaciones de la red ARPANET, embrión a partir del cual surgió la actual red Internet. En la actualidad, TCP/IP sigue siendo la pila de protocolos que rige las comunicaciones en el seno de Internet.
- Por último, los organismos de normalización técnica de carácter internacional, como la *International Standardisation Organisation*¹⁸ (ISO),

¹⁸ ISO es una organización voluntaria, no surgida de ningún tratado, fundada en 1946. Agrupa a 89 organizaciones nacionales de normalización de otros tantos países. El representante español en ISO es AENOR (Asociación Española de Normalización). ISO elabora normas técnicas en un enorme abanico de ámbitos industriales y de servicios. Se encuentra organizada internamente en más de 200 comités técnicos (TCs), numerados en el orden de su creación,

que en 1983 publicó una norma técnica conocida como *Open Systems Interconnection Reference Model, OSI-RM*. La norma OSI proporciona la definición de un modelo arquitectónico de siete niveles —el mismo número de niveles presentes en la arquitectura SNA— desarrollado para permitir la interconexión de sistemas computadores multifabricante. Según algunos autores¹⁹, OSI constituyó un intento de los fabricantes europeos de sistemas informáticos de frenar el extraordinario avance en el mercado de la arquitectura propietaria SNA de IBM.

Por su parte, la *International Telecommunications Union*²⁰ (ITU), desarrolló, durante la década de los setenta, la norma UIT-T X.25, que contemplaba únicamente tres niveles jerárquicos. Este estándar pretendía normalizar una arquitectura para permitir la conexión de los terminales privados de los usuarios a las redes públicas de comunicación de datos. En realidad, X.25 es una norma que afecta únicamente a la subred, ya que alcanza únicamente a las funciones de encaminamiento de los mensajes dentro de la subred, sin ocuparse en absoluto de funciones propias de los *hosts*. Merece la pena señalar que, en la década de los ochenta, esta norma logró un elevado grado de implementación en las respectivas redes públicas de datos en cada uno de los países, las cuales se interconectaban entre sí a escala internacional conforme a la norma UIT-T X.75. Actualmente, está en completo desuso.

En atención a su particular trascendencia en el desarrollo posterior de los negocios relacionados con las redes de comunicación de datos, en los apartados que siguen se tratarán con detalle los aspectos relacionados con la pila de protocolos TCP/IP y el modelo de referencia OSI.

cada uno de los cuales se hace cargo de un tema específico. ISO ha elaborado hasta la fecha más de 5000 estándares.

¹⁹ Tanenbaum, 1997

²⁰ Desde 1947, la ITU es una agencia de las Naciones Unidas. Se ocupa de elaborar normas técnicas en el ámbito de las Telecomunicaciones de carácter mundial. Agrupa a Gobiernos, operadores, asociaciones de usuarios e instituciones académicas.

3.1.2.3. SERVICIOS ORIENTADOS A LA CONEXIÓN Y SERVICIOS SIN CONEXIÓN

Como se ha explicado en el apartado anterior, los servicios y los protocolos son conceptos distintos, si bien pueden prestarse a confusión. Por este motivo, merece la pena subrayar de nuevo la distinción entre ambos, que es crítica para comprender adecuadamente el funcionamiento de las redes de comunicación de datos.

Un *servicio* es un conjunto de funcionalidades que ofrece un determinado nivel al situado inmediatamente por encima de él en la jerarquía que define la arquitectura de la red. Así, el servicio se refiere a la interfaz entre dos niveles, siendo el nivel inferior el que suministra el servicio y el nivel superior el que hace uso del mismo (usuario del servicio).

En contraste, un *protocolo* es el conjunto de reglas y convenciones que definen el formato y el significado de los mensajes que se intercambian entre dos entidades homólogas —módulos *software*— correspondientes al mismo nivel jerárquico en nodos distintos de una misma red.

Así pues, dos entidades homólogas podrían cambiar su protocolo de comunicación sin que los niveles jerárquicamente superiores se apercibieran de ello, siempre que respetaran el servicio que suministran a estos. Dicho de otro modo, el protocolo se refiere a la implementación del servicio, y por tanto no es visible a los usuarios del mismo. En consecuencia, puede afirmarse que servicio y protocolo se encuentran por completo desacoplados el uno del otro, lo que concede gran flexibilidad a la hora de implementar en la práctica los sistemas reales.

Una vez aclarado lo anterior, debe indicarse que un determinado nivel de una jerarquía de protocolos o de una arquitectura de red puede ofrecer dos tipos diferentes de servicio a los niveles situados jerárquicamente por encima de él: (i) **servicios orientados a la conexión** (*connection-oriented services*) y (ii) **servicios sin conexión** (*connectionless services*).

Los servicios orientados a la conexión se caracterizan por que, para hacer uso de ellos, el usuario del servicio —que es el nivel inmediatamente superior en la jerarquía— debe primeramente establecer una conexión con el nivel homólogo situado en la máquina remota, después hacer uso de dicha conexión una vez establecida, transfiriendo los mensajes que desee, y después proceder a cerrarla; estos pasos

recuerdan claramente a la manera en la que se realiza una llamada telefónica convencional. El aspecto esencial de una conexión es que actúa como un “tubo” a través del cual viajan los bits como un flujo de datos (*bitstream*) que componen el mensaje a transmitir, de tal modo que el emisor los introduce por un extremo del tubo y el receptor los extrae del mismo en idéntico orden a como fueron emitidos.

En contraste, los servicios sin conexión funcionan de manera similar a como lo hace el sistema postal. Cada mensaje —denominado “datagrama” en este contexto— lleva incorporada la dirección completa de su destinatario, y cada uno de los mensajes dirigidos a un mismo destinatario se encamina a través de la subred de manera independiente del resto. Así pues, al emplear este tipo de servicios, puede suceder que un datagrama que se emitió más tarde que otro alcance su destino antes que el primero que se transmitió, como consecuencia de haber seguido rutas distintas dentro de la subred.

La elección de uno u otro tipo de categoría de servicio dependerá de las aplicaciones concretas que requieran ser implementadas en la red. Las aplicaciones que exijan garantías en el orden de los mensajes entregados, implementarán servicios orientados a la conexión. Aquellas que requieran flexibilidad y robustez frente a caídas, y sean insensibles al orden de los mensajes transmitidos, emplearán servicios sin conexión.

Cabe hacer notar que el tipo de servicio suministrado (orientado a la conexión o sin conexión) es propio de cada nivel, de manera que puede elegirse al diseñar cada uno de los niveles que integran la jerarquía.

Por otra parte, cada servicio de los que un nivel ofrece al inmediatamente superior se puede caracterizar por una **calidad de servicio** (*Quality of Service, QoS*). Así, algunos servicios son confiables, en el sentido de que jamás pierden datos. Habitualmente, un servicio fiable se implementa en la práctica haciendo que el receptor acuse recibo (*acknowledgement*) de cada mensaje recibido, de tal manera que el emisor pueda tener garantía de que ese mensaje llegó a su destino.

Cabe hacer notar que este proceso de envío de acuses de recibo introduce sobrecargas de tráfico en la red, lo que genera a su vez retardos de transmisión, lo cual puede resultar asumible en ciertas aplicaciones²¹ pero inaceptable en otras²².

Merece la pena señalar que existen multiplicidad de aplicaciones en las cuales únicamente se requiere enviar un solo mensaje que tenga una probabilidad elevada de alcanzar su destino, aunque su entrega no esté garantizada. En tales aplicaciones, se hace uso de un servicio sin conexión y no confiable (*send & forget*). Este tipo de servicio frecuentemente recibe el nombre de **servicio de datagramas**. En otras ocasiones, se necesita utilizar un servicio sin conexión, pero la confiabilidad es esencial. Para estas aplicaciones, se puede proporcionar un **servicio de datagramas con acuse de recibo**.

Un servicio distinto es el de **petición/respuesta** (*request&response*). En este servicio, el remitente transmite un datagrama sencillo que contiene una petición, y el destinatario le responde con otro datagrama que contiene la respuesta a la misma.

La tabla siguiente resume los seis tipos de servicio que existen, atendiendo a su categoría (con o sin conexión) y al QoS (confiable o no confiable).

		Tipo de servicio	Ejemplo de Aplicación
Orientado a conexión	a	Flujo de mensajes confiable	Transferencia de archivos
		Flujo de bytes confiable	Ingreso remoto en otra máquina

²¹ Por ejemplo, el caso de las aplicaciones de transferencia de archivos (*File Transfer*). En ellas, resulta inadmisibles que el orden de los bits que componen el archivo que se transmite se pierdan o alteren su orden original, ya que la consecuencia directa de ello sería la corrupción del archivo. Por tanto, se prefiere la confiabilidad a la velocidad de transmisión.

²² Por ejemplo, el caso del tráfico telefónico de voz digitalizada (telefonía digital). Para los usuarios, es preferible percibir cierto ruido en la línea o una palabra confusa a tener retardos en la transmisión de la voz, que generan molestos efectos de eco.

	Conexión no confiable	Voz digitalizada
Sin conexión	Datagrama no confiable	Correo electrónico basura (<i>spam</i>)
	Datagrama con acuse de recibo	Correo electrónico con acuse
	Petición / Respuesta	Consulta remota a base de datos

3.2. LOS MODELOS ARQUITECTÓNICOS DE REFERENCIA PARA LAS REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Como se ha mencionado más arriba, a lo largo del tiempo se han desarrollado multitud de jerarquías de protocolos y arquitecturas destinadas a servir de referencia para la construcción de redes de comunicación de datos.

Sin embargo, sólo dos de ellas han llegado a constituir los paradigmas de dichos modelos de referencia: el modelo OSI, normalizado por ISO y el TCP/IP, empleado en las comunicaciones sobre Internet. A la explicación de los mismos se han dedicado sendos apartados, que se ofrecen a continuación.

3.2.1. EL MODELO DE REFERENCIA OSI

Como se ha indicado más arriba, el modelo de referencia OSI (*Open Systems Interconnection*) es un estándar técnico publicado en 1983 por la *International Organization for Standardization* (ISO), un organismo formal de normalización de carácter internacional.

Se trata, por tanto, de una norma de adopción voluntaria elaborada con vocación de convertirse en el estándar mundial que recogiese los protocolos correspondientes a los distintos niveles integrantes de una cierta arquitectura de red compuesta por siete niveles.

Cabe destacar que la arquitectura establecida por OSI recibió su nombre —Interconexión de Sistemas Abiertos— al ocuparse de los sistemas denominados “abiertos”, esto es, aquellos que hubieran sido diseñados de forma que pudieran comunicarse, empleando protocolos estándar, con otros sistemas de distintos fabricantes²³. Este término se opone al de “sistemas cerrados”, como era el caso de los sistemas SNA de IBM, que sólo eran capaces de establecer comunicación con otros sistemas fabricados por la propia IBM, al manejar protocolos propios.

Como se ha indicado, el modelo de referencia OSI establece una determinada arquitectura de red, integrada por siete niveles funcionales. Los principios que se aplicaron para alcanzar una estructura de siete niveles son los siguientes²⁴:

- Se debe crear un nivel siempre que se requiera un mayor grado de abstracción en el diseño.
- Cada nivel debe realizar una función bien definida.
- La función de cada nivel se debe elegir pensando en la definición de protocolos normalizados internacionalmente.
- Los límites entre niveles adyacentes deben elegirse de modo que se reduzca al máximo el flujo de datos a través de las interfaces.
- El número de niveles de la arquitectura debe ser suficientemente grande para no tener que agrupar funciones de naturaleza distinta dentro de un mismo nivel, y lo bastante pequeño para que la arquitectura no resulte inmanejable.

En este punto, interesa precisar que el modelo OSI no constituye en sí mismo una verdadera arquitectura de red, porque no contiene la especificación de los servicios y los protocolos exactos que deben usarse en cada nivel. OSI sólo detalla la función que corresponde a cada nivel del modelo. No obstante, ISO ha elaborado estándares para

²³ Day y Zimmermann, 1983.

²⁴ Day y Zimmermann, *op.cit.*

cada nivel del modelo OSI, concretando los servicios y los protocolos de cada uno de ellos, los cuales ha publicado por separado como norma internacional. En conjunto, todos estos estándares conforman una auténtica arquitectura de red, en el sentido estricto del término.

La Figura 3.8 - Niveles funcionales y protocolos en el Modelo de Referencia OSI, muestra los niveles funcionales que integran el modelo de referencia OSI.

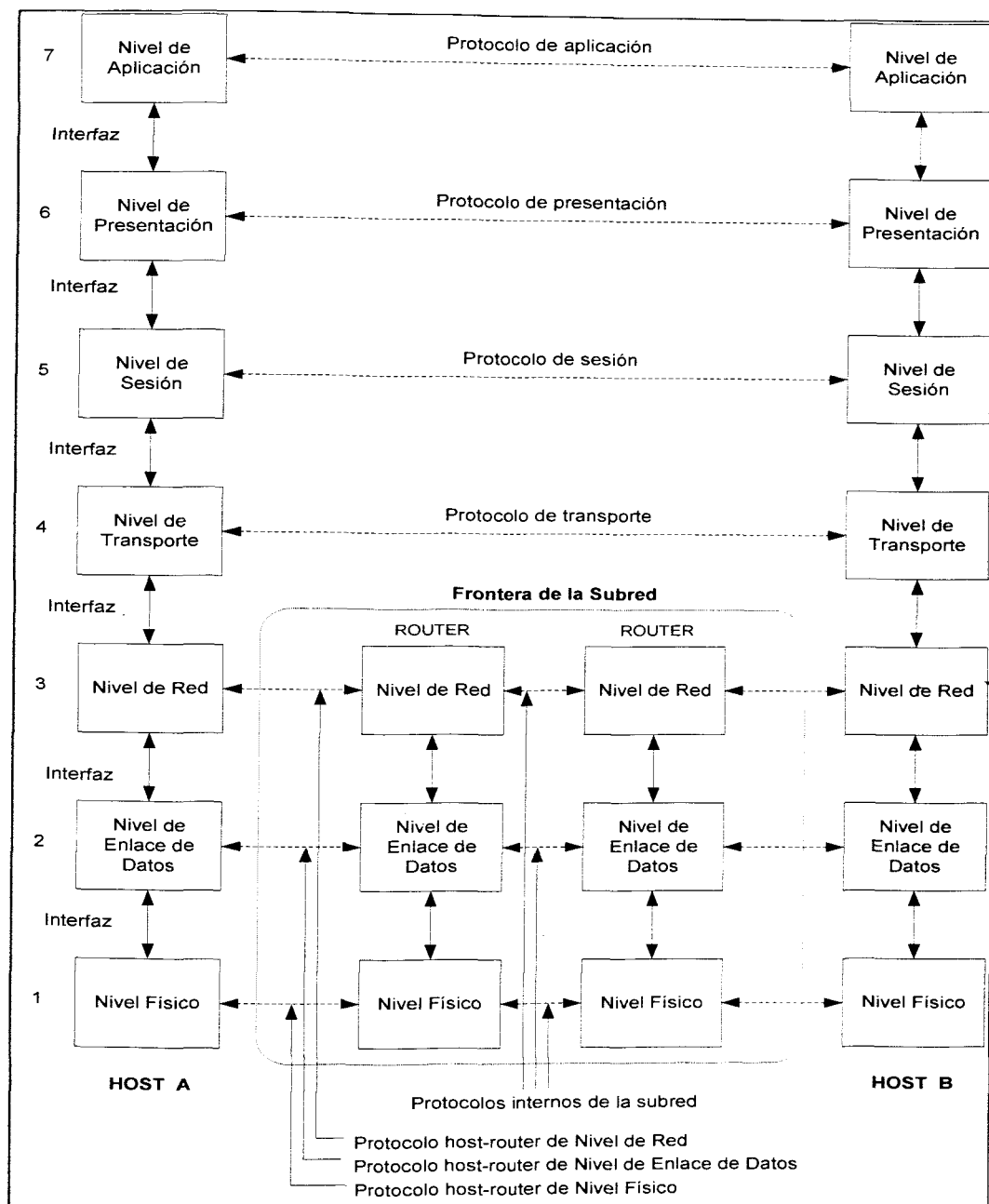


Figura 3.8 - Niveles funcionales y protocolos en el Modelo de Referencia OSI

A continuación, se ofrece una breve descripción de cada uno de los niveles que contempla el modelo OSI²⁵.

²⁵ Rose, 1993.

3.2.1.1. EL NIVEL FÍSICO (PHYSICAL LAYER)

El Nivel Físico (Nivel 1 OSI) tiene la responsabilidad de llevar a cabo la transmisión física de los bits a través del medio de transmisión —que puede estar constituido materialmente por un cable metálico, fibra óptica o bien un radioenlace—. Dicho de otro modo, este nivel se ocupa de transmitir y aceptar una corriente de bits sin preocuparse de su significado o estructura. En consecuencia, las consideraciones de diseño de este nivel tienen que ver con las interfaces física, mecánica y de procedimientos, así como con el medio concreto de transmisión que se emplea bajo el mismo, de modo que no incorpora prácticamente ningún procesamiento lógico (si se quiere, “inteligencia”).

En concreto, las cuestiones que resuelve el Nivel 1 OSI son del siguiente estilo: cuál es la forma física de los conectores (cuántos pines tiene y la función de cada uno de ellos); cuál es la forma y potencia de la señal que se utilizará para representar un bit “1” y un bit “0”; cuántos microsegundos dura un bit; si la transmisión puede efectuarse simultáneamente en los dos sentidos o no (transmisión *dúplex*, *simplex*, o *semidúplex*); y cómo se establece la conexión inicial y cómo se interrumpe cuando ambos interlocutores han finalizado la comunicación.

Así pues, el Nivel 1 garantiza a los niveles superiores que cuando por un extremo del medio físico se emita una señal física que corresponde a un bit “1”, se recibirá en el otro extremo de tal forma que pueda identificarse como tal, y no se confunda con la señal que corresponde a un bit “0”.

3.2.1.2. EL NIVEL DE ENLACE DE DATOS (DATA-LINK LAYER)

La tarea principal que el Nivel de Enlace de Datos (Nivel 2 OSI) realiza para los niveles jerárquicos superiores es tomar un medio de transmisión en bruto —que es el que le proporciona el Nivel 1— y transformarlo en una línea de transmisión de datos virtualmente libre de errores.

Para ello, el Nivel de Enlace de Datos divide el mensaje a transmitir que le llega del nivel jerárquicamente superior (Nivel 3 OSI) y lo trocea en unidades o “tramas de datos”, constituidas por unos pocos miles de *bytes*²⁶ organizados en campos. Cada

²⁶ Habitualmente, las tramas tienen entre 4.000 y 12.000 bits.

campo tiene un formato concreto y un significado específico²⁷, estando algunos de ellos destinados a tareas de control de la transmisión entre las entidades remotas de Nivel 2 que se comunican, mientras que otros están dedicados a albergar la totalidad o partes del mensaje de información que se transmite entre los nodos de la red.

Así pues, las tramas son emitidas de forma secuencial por parte de la entidad emisora, mientras que la entidad receptora los recibe y, tras verificar que no se han producido errores en la transmisión, transmite un acuse de recibo (*acknowledgement*) dirigido a la entidad emisora, que es utilizado por ésta para determinar que la trama a la que se refiere el acuse alcanzó su destino correctamente y sin errores.

Puesto que el Nivel 1 se ocupa únicamente de transmitir la corriente binaria sin tener conciencia de su estructura o significado, corresponde al Nivel 2 crear y reconocer los límites de las tramas de datos, así como interpretar su estructura de campos. En otras palabras, el Nivel 2 incorpora —a diferencia del Nivel 1— funciones de procesamiento lógico de los datos que se emiten y que se reciben.

Debe tenerse en cuenta que las interferencias o el ruido existente en el medio físico de transmisión puede corromper los bits que componen una trama, hasta tal punto de hacerla ininteligible para el receptor. En tal supuesto, al no recibirse acuse de recibo de dicha trama, el *software* de enlace de datos de la máquina emisora asumirá que se perdió y la retransmitirá. Ahora bien, este procedimiento de transmisiones repetidas de una misma trama introduce el riesgo de que las tramas se dupliquen, ya que lo que podría haberse extraviado o corrompido es el acuse de recibo que devolvió el receptor.

En consecuencia, corresponde al Nivel 2 el manejar todas las cuestiones relativas a la duplicación, pérdida o errores de transmisión que puedan sufrir las tramas de datos, y ofrecer al nivel superior (Nivel 3 OSI) un canal de transmisión virtualmente libre de errores por el cual pueda transmitir sus mensajes. Existen diferentes clases de servicio que el Nivel 2 puede ofrecer al Nivel 3, cada uno de ellos con distintos requisitos de calidad y, consecuentemente, con distinto coste de implementación.

²⁷ El formato y significado concreto de los campos de las tramas vendrá definido por el específico protocolo de Nivel 2 que se decida emplear al implementar la red.

Otra consideración adicional que surge en el diseño del Nivel de Enlace de Datos —y también en el diseño del resto de la mayor parte de los niveles superiores— consiste en cómo evitar que un emisor veloz sature de datos a un receptor que tiene una velocidad de procesamiento menor. Por ello, el Nivel 2 incorpora mecanismos de regulación del tráfico o control de flujo (*Dataflow Control*) de las tramas que se intercambian entre las entidades que se comunican, de forma que el emisor conoce en todo momento cuánto espacio libre de almacenamiento temporal (*buffer*) tiene el receptor en ese momento. Sucede que, con frecuencia, los mecanismos de regulación del tráfico y de control de errores de transmisión se encuentran integrados.

Cabe tener en cuenta que, en las redes de difusión, el nivel de Enlace de Datos debe encargarse asimismo de controlar el acceso al canal compartido, de manera que no se interfieran las emisiones realizadas simultáneamente por más de un nodo. En este tipo de redes (habitualmente, redes LAN y MAN), existe un subnivel lógico que corresponde al nivel de Enlace de Datos y que se encarga específicamente de realizar esta función: el subnivel de Control de Acceso al Medio (*Medium Access Control, MAC*).

Existen multiplicidad de protocolos correspondientes al subnivel MAC en redes LAN. Algunos de los más paradigmáticos son los normalizados mediante los estándares IEEE 802.3 (Ethernet), 802.4 (*Token Bus*), 802.5 (*Token Ring*) y 802.6 (*DQDB*).

3.2.1.3. EL NIVEL DE RED (NETWORK LAYER)

El Nivel de Red (Nivel 3 OSI) se ocupa de controlar el funcionamiento de la subred, esto es, de gobernar el encaminamiento de los mensajes en el interior de la subred. Por tanto, este nivel funcional sólo está presente en redes WAN o en interredes, pero no aparece, por no resultar necesario, en redes de difusión (redes LAN y MAN).

Una consideración clave en el diseño del Nivel de Red es determinar cómo se encaminan las unidades de datos —denominadas “paquetes” en este contexto— desde la entidad emisora a la receptora, es decir, qué ruta de entre las válidas deben seguir los mismos en su viaje hacia su destino.

Con respecto a esta cuestión, debe señalarse que las rutas pueden ser estáticas, esto es, basadas en tablas de encaminamiento que residen en los *routers* que componen la subred, las cuales se alterarían únicamente cuando se modificase la configuración de la subred —por ejemplo, al añadir o retirar nodos o enlaces—. También pueden ser

dinámicas, esto es, determinarse individualmente para cada paquete a encaminar en función de la carga de tráfico dentro de la subred —modo de servicio sin conexión (*connectionless service*)—. Una alternativa adicional consiste en que la ruta a seguir por los paquetes se establezca individualmente al inicio de cada conexión entre dos nodos, de modo que todos los paquetes correspondientes a esa comunicación específica se encaminarán a través de la ruta concreta que se establezca para ello —modo de servicio orientado a la conexión (*connection-oriented service*)—.

Merece la pena observar que, si en la subred se encuentran presentes demasiados paquetes en el mismo momento, es decir, un volumen que excede la capacidad de la subred, se estorbarán mutuamente, dando lugar a un fenómeno denominado congestión que puede llegar a provocar el colapso de la misma. El control y manejo de las situaciones de congestión corresponde también al Nivel de Red.

Dado que las subredes frecuentemente son propiedad de operadores económicos que ofrecen sus servicios en el mercado, estos esperan remuneración por los servicios que prestan, y que consisten en cursar tráfico de paquetes a través de la subred que explotan. Así pues, sucede que se han establecido mecanismos de contabilización de tráfico de manera integrada en el *software* que corresponde al Nivel de Red. Dichos módulos *software* como mínimo deben incorporar funcionalidades de contabilidad del número de paquetes que cursan los nodos de la subred, así como acerca del control de origen y destino de los mismos, y ello con el fin de poder llevar a cabo la correspondiente facturación por sus servicios.

En efecto, ocurre que, cuando los paquetes atraviesan distintas subredes interconectadas entre sí, la facturación llega a complicarse notablemente. Esta es la razón por la cual, en la actualidad, muchos operadores han decidido implantar procedimientos de compensación económica recíproca del tráfico cursado entre ellos, siempre que resulte comparable la carga de servicios que se prestan mutuamente. El término *peering* se aplica a dichos mecanismos de compensación. En otros casos, al no darse esas condiciones, se procede a facturar directamente el tráfico cursado por uno de los operadores a petición del otro.

Por otra parte, cabe señalar que, cuando un paquete debe viajar de una red a otra para alcanzar su destino, pueden surgir muchos problemas. Por ejemplo, puede suceder que el formato binario de las direcciones que se emplean en la primera red para identificar los nodos de la misma sea distinto del formato de direcciones que se

emplea en la segunda de las redes; o puede suceder que el tamaño máximo de los paquetes sea diferente en una y otra red, de manera que resulte necesario trocearlos para poder transferirlos de una a otra. El Nivel de Red debe solucionar todos los problemas de esta naturaleza con el fin de permitir que redes heterogéneas puedan interconectarse e interoperar satisfactoriamente.

Naturalmente, tal como se ha explicado, en las redes que emplean tecnología de difusión, el problema del encaminamiento de los mensajes es muy simple, por lo que las funcionalidades propias del Nivel 3 OSI prácticamente no resultan necesarias en este tipo de redes. Como se ha indicado, el Nivel de Red es característico de las redes WAN y de las interredes, que se construyen mediante configuraciones punto a punto.

3.2.1.4. EL NIVEL DE TRANSPORTE (TRANSPORT LAYER)

Este nivel constituye el primero de los cuatro niveles propios del *host*, de modo que no pertenece a la subred. La función básica del Nivel de Transporte (Nivel 4 OSI) consiste en aceptar datos procedentes del nivel superior (Nivel de Sesión ó Nivel 5 OSI), dividirlos en unidades más pequeñas si ello es necesario y transferirlos al Nivel de Red, asegurando que todos los segmentos en los que se ha dividido el mensaje original alcancen correctamente el otro extremo de la comunicación —el nivel homólogo en el nodo remoto—, de tal manera que se pueda reconstruir a partir de ellos el mensaje original. Además, todo ello debe hacerse de forma eficiente, aislando a los niveles superiores de los cambios inevitables en la tecnología con la que se encuentra implementada la subred.

En condiciones normales de funcionamiento, el Nivel de Transporte crea una conexión a través de la subred distinta para cada conexión de transporte que se requiera por parte del Nivel 5. Sin embargo, si la conexión de transporte exigiese un volumen elevado de transmisión de datos, el Nivel de Transporte podría crear múltiples conexiones de red dedicadas a atender esa única conexión de transporte. Así, los datos se transmitirían hacia el nivel homólogo en el nodo remoto haciendo uso de tales conexiones de red.

Del mismo modo, si resulta costoso en términos de recursos de red el crear y mantener una conexión de red, el Nivel de Transporte puede multiplexar —usar simultáneamente— varias conexiones de transporte sobre una misma conexión de red. Naturalmente, ello implica que los mensajes que se intercambian entre los Niveles

de Transporte homólogos que intervienen en la comunicación deben contener información para identificar la conexión concreta a la que pertenecen. En cualquier caso, cabe indicar que el Nivel de Transporte hará transparente al nivel superior (Nivel de Sesión) la forma en la que gestiona las conexiones de red para cursar los datos que le transfiere.

Al igual que sucede en el caso del Nivel de Red, el Nivel de Transporte incorpora mecanismos de control de flujo de datos con el fin de evitar situaciones en las que un emisor de alta capacidad de proceso llega a saturar a un receptor más lento, eludiendo así los inconvenientes de pérdida de mensajes que dicha circunstancia conlleva.

Adicionalmente, el Nivel de Transporte incorpora mecanismos de asignación de identificaciones a los *hosts* conectados a la red, de manera que un proceso (programa informático en ejecución) de una máquina pueda identificar unívocamente al proceso residente en un nodo remoto con el que desea comunicarse.

El Nivel de Transporte determina asimismo qué tipo de servicio proporcionará al Nivel de Sesión. La clase de servicio más común que el Nivel de Transporte suministra al nivel superior consiste en un canal virtual punto a punto —que se extiende entre los niveles de Sesión de los nodos remotos que se intercambian datos— libre de errores que entrega datos al destino en idéntico orden a como fueron emitidos por el origen. Otras posibles clases de servicio de transporte son el transporte de mensajes aislados sin garantía respecto al orden de entrega y la difusión de mensajes a múltiples destinos. La clase de servicio que se proporcionará al Nivel de Sesión por parte del Nivel de Transporte se determina al establecer la sesión.

Interesa destacar que el Nivel de Transporte es un verdadero nivel funcional extremo a extremo —esto es, desde el *host* origen hasta el *host* destino de la comunicación—, al igual que el resto de Niveles OSI que se sitúan por encima de él en la jerarquía. En otras palabras, se trata de un módulo *software* que reside en la máquina origen y sostiene una conversación con otro módulo similar que se ejecuta en la máquina destino, para lo cual hacen uso de los mensajes que se intercambian entre ellos conforme a un determinado protocolo.

Este hecho constituye una diferencia con los niveles inferiores —los propios de la subred—, en la medida que, en estos últimos, los protocolos correspondientes se usan

para comunicar una máquina con sus vecinas inmediatas —que son aquellas con las que comparten enlaces de transmisión directos—. En el caso del Nivel de Transporte, el protocolo se emplea para intercambiar datos entre la máquina origen y la máquina destino de la comunicación, las cuales pueden muy bien encontrarse separadas por un elevado número de *routers*. La diferencia entre los Niveles OSI 1 a 3 y los Niveles 4 a 7 (que son extremo a extremo) aparece reflejada en la Figura 2.

3.2.1.5. EL NIVEL DE SESIÓN (SESSION LAYER)

El Nivel de Sesión (Nivel 5 OSI) permite a los usuarios de máquinas diferentes establecer sesiones de comunicación entre ellos. Una sesión permite la transferencia ordinaria de datos, lo cual es responsabilidad del Nivel de Transporte, pero incorpora servicios adicionales que resultan ser enormemente útiles en algunas aplicaciones prácticas. En concreto, se emplea una sesión para que un terminal se conecte de forma remota a un sistema de tiempo compartido, o bien para transferir archivos voluminosos de datos entre dos máquinas remotas.

Así pues, uno de los servicios que proporciona el Nivel de Sesión a los niveles superiores es llevar a cabo el control del diálogo entre los nodos que se comunican. Cabe tener en cuenta que las sesiones pueden permitir que el tráfico de datos tenga lugar en los dos sentidos de la comunicación simultáneamente (comunicación *dúplex*), o bien en un solo sentido cada vez (comunicación *simplex*). En este último caso, el Nivel de Sesión ayuda a llevar el control de los turnos de transmisión de mensajes entre los nodos que se intercambian datos.

Otro servicio que proporciona el Nivel de Sesión es la sincronización. Esta funcionalidad consiste en la recuperación del estado de una transmisión (normalmente, de archivos voluminosos) después de producirse una caída de la red que la interrumpió. Para ello, el Nivel de Sesión inserta puntos de verificación en el seno de la corriente de datos que se transmite, de manera que, caso de abortarse la transmisión, sólo comenzarían a transmitirse los datos posteriores al último punto de verificación transmitido. Este servicio resulta ser particularmente útil en aplicaciones en las que se requiere llevar a cabo la transferencia de archivos de datos de gran volumen.

3.2.1.6. EL NIVEL DE PRESENTACIÓN (PRESENTATION LAYER)

A diferencia de los niveles funcionales que tiene por debajo en la jerarquía OSI, que se ocupan fundamentalmente de transferir bits de manera confiable entre los nodos que intervienen en la comunicación, el Nivel de Presentación (Nivel 6 OSI) se ocupa de la sintaxis y la semántica de la información que se intercambia entre las aplicaciones de usuario que participan en la comunicación.

Un ejemplo paradigmático de servicio de presentación es la codificación de los datos de una forma estándar. En efecto, la mayor parte de los programas informáticos de usuario no intercambian cadenas de bits al azar, sino que intercambian bits que constituyen la codificación binaria de información concreta, como nombres de personas, fechas, cantidades monetarias, etc... Estos elementos de información son manejados por las aplicaciones informáticas en forma de cadenas de caracteres²⁸ (*bytes*), dígitos y otras estructuras de datos compuestas de elementos más simples. Las diferentes aplicaciones utilizan códigos binarios distintos para representar estas estructuras de datos. Como ejemplo de ello, cabe citar el código ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), que emplea estructuras de ocho bits para representar un juego de 256 caracteres alfanuméricos.

Con el fin de hacer posible el intercambio de datos entre aplicaciones informáticas que emplean códigos de representación diferentes —estructuras de datos acordes con semánticas y sintaxis heterogéneas—, el Nivel de Presentación define y maneja estas estructuras de datos abstractas, y realiza las conversiones de formato oportunas entre las representaciones que se usan en la red y las que se emplean concretamente en cada máquina.

²⁸ En terminología informática, un “carácter” es un elemento alfanumérico, por ejemplo, una letra.

3.2.1.7. EL NIVEL DE APLICACIÓN (APPLICATION LAYER)

El Nivel de Aplicación (Nivel 7 OSI) contiene varios protocolos que corresponden a otras tantas aplicaciones de usuario²⁹, muchas de ellas tomadas de las funcionalidades proporcionadas por el tradicional sistema operativo *UNIX*[®].

En concreto, aparecen definidos dentro de este nivel los protocolos correspondientes al Terminal Virtual de Red (*Virtual Network Terminal, VT*) y a la Transferencia de Archivos (*File Transfer Protocol, FTP*).

Para comprender la funcionalidad del Nivel de Aplicación, considérese, por ejemplo, la situación de una aplicación de edición de texto en pantalla completa que debe trabajar en una red en la que existen muchos tipos diferentes de dispositivos terminales, cada uno de ellos con formatos distintos de pantalla, secuencias de escape para insertar y eliminar texto, mover el cursor, etc...

Una forma de resolver este problema consiste en definir un terminal de red abstracto (virtual), que los editores y otros programas informáticos puedan manejar. Para cada tipo concreto de terminal, se debe escribir un programa que establezca la correspondencia entre las funciones propias del terminal virtual y las del terminal real. De esta forma, los programas editores de texto podrán funcionar correctamente en cualquier máquina de la red, con independencia de cuál sea el terminal real concreto con el que cuente.

Otra aplicación destacable es la transferencia de archivos. Sucede que los distintos sistemas informáticos incorporan convenciones diferentes para nombrar los archivos, para representar las líneas de texto, para designar su ubicación interna en el sistema de archivos, etc... Obviamente, la transferencia de archivos entre dos sistemas informáticos heterogéneos requiere la solución de éstas y otras incompatibilidades. Esta labor también corresponde al Nivel de Aplicación, y lo mismo puede decirse de otras aplicaciones de usuario, como el correo electrónico, el lanzamiento de procesos

²⁹ Como es natural, las aplicaciones consideradas en el Nivel de Aplicación corresponden a las que resultaban de gran utilidad en el momento en que fue elaborado el OSI-RM (1983). En la actualidad, dichas aplicaciones han quedado obsoletas al ser ampliamente superadas por la rápida evolución tecnológica en este ámbito.

en remoto, la búsqueda en sistemas de directorio, y otros recursos de uso general y especial.

CAPÍTULO 4 - INTEGRACION TEÓRICA

4.1. ASPECTOS INICIALES

El tráfico de Internet se compone, básicamente, de ordenadores que “hablan” con otros ordenadores. Todos ellos, ya sean servidores, clientes u otros dispositivos, están conectados a una red que gestiona uno de los muchos proveedores de acceso a Internet que existen.

Este término, “Internet”, no designa, como es común imaginar, un ente separado de los proveedores de acceso o también denominados ISP (*Internet Service Providers*), los cuales proporcionan un servicio de intermediación para conectar a la Red. Internet es, realmente, el conjunto de todos los proveedores y clientes de acceso, de alojamiento de servidores, de gestión de la red y de normalización.

Todos estos proveedores deben disponer enlaces entre sí. De no hacerse, lo que se obtendría no sería una Internet - una inter-red o interred - , sino varios servicios separados e independientes, los usuarios de cada uno de los cuales no podrían intercambiar información con los del resto, o solamente podría hacerlo con una parte.

Ahora bien, el número de enlaces necesario para que cualquier proveedor “hable” con cualquier otro es de $O(n^2)$, siendo n el número total de proveedores de red. En la práctica, con algo más de 17.000³⁰ proveedores activos en Internet, esto significaría del orden de 28.900 millones de enlaces, una cantidad completamente inmantenible.

Existen dos razones por las que este número es, en la realidad, mucho menor:

1. No todas las redes necesitan conectarse directamente a todas las demás. Cada red puede actuar como proveedora de tránsito para otras varias, cada una de las cuales necesita únicamente un enlace a la red proveedora. Estas redes proveedoras se denominan proveedores de tránsito. Para las n redes que se conectan a un proveedor de tránsito, el número de enlaces mínimo necesario es del $O(n)$.

³⁰Tony Bates, The CIDR Report, http://www.cidr-report.org/#General_Status

2. Existen los llamados puntos neutros. Su misión es similar a la de los proveedores de tránsito topológicamente hablando, si bien su funcionamiento a nivel económico es notablemente diferente. Varios proveedores se conectan a un punto neutro, cada uno de ellos con un solo enlace. En este punto neutro tiene lugar el intercambio de tráfico entre ellos. Es inmediato que el número de enlaces necesarios sea del $O(n)$.

A diferencia de cualquier otro sector, en telecomunicaciones datos e Internet es esencial la cooperación entre diferentes empresas que, en general, son competidoras. Existen incluso herramientas técnicas que permiten a cualquier usuario conectado a Internet tener una visión del mundo – denominado mundo toda la red-, desde dentro de la red de un determinado proveedor. La más popular se llama por su nombre en inglés, Looking Glass.

4.2. EL PUNTO NEUTRO COMO ORGANIZACIÓN

Un nodo o punto neutro es básicamente una organización formada por un conjunto de personas que mantiene una infraestructura. Esta infraestructura provee la práctica totalidad de la producción de la organización. La actividad relacionada con el mantenimiento y mejora de esta infraestructura se denomina principal o “core”. La infraestructura es, a su vez, propiedad de todos los miembros, una parte en propiedad de la organización del nodo, y el resto propiedad de muchas empresas, miembros o no miembros.

Por otra parte, una de las evoluciones de los nodos neutros ha sido promover actividades no relacionadas directamente con la infraestructura, que se han denominado “non-core” o accesorias. Se puede ver estas actividades accesorias como la tendencia natural de toda organización cuyo negocio se basa en Internet -y los puntos neutros no escapan a esta regla-, de subir por la escala OSI en busca de actividades con un nivel de abstracción mayor y que encierran más valor. Este crecimiento de valor añadido es una de las hipótesis a contrastar.

Una peculiaridad de los puntos neutros es que, con frecuencia, se encuentran personas que contribuyen a las actividades accesorias que forman parte de los clientes de la organización.

Normalmente, existe en cada punto neutro un comité o dos que están formados por representantes de los miembros y que tienen encomendada la labor de regir el destino del punto neutro a medio y largo plazo, quedando la operativa de día a día de la mano del personal propio del punto neutro. Cuando existen dos comités, es habitual que uno de ellos tenga una orientación técnica y otro administrativa.

Por lo expuesto, no deberá causar sorpresa ver los presupuestos de los nodos neutros, pues la titularidad y mantenimiento de los activos y la mayoría del trabajo se realiza por parte de los miembros, quedando la organización propia limitada a pocas personas y un conjunto de subcontratas.

Es, por tanto, la constatación de que su modelo se aproxima a los flexibles virtuales de Bueno (1992), dentro de los cuales está dentro de la familia de los modelos en red, reticulares, de geometría variable o circulares.

Recientemente, se amplía al concepto de red al de nodos y caracterizado en nuestro caso a nodos horizontales, como los que se producen en las redes de investigación.

4.3. MODELOS DE NODOS NEUTROS

Existen básicamente tres modelos organizativos de puntos neutros:

- Asociación sin ánimo de lucro, en la cual los clientes del punto neutro son miembros de la asociación.
- Empresa participada por los miembros.
- Sin forma jurídica, siendo el punto neutro un conjunto de servicios prestados por otra organización. Este caso se da frecuentemente cuando el punto neutro tiene un origen académico o de organización científica relacionada con la universidad.

Este es el motivo de que se haya expuesto como modelo particular el de los clusters de Porter (1998), De Pablo, Santos, Borrajo y Bueno (2004).

4.4. ANTECEDENTES

El actual punto o nodo neutro es una evolución del NAP (Network Access Point), que es el modelo por el cual la Internet evolucionó de red puramente académica a comercial. Se establecieron entonces puntos de acceso a la red académica; muy pronto, y en modo alguno por sorpresa, los proveedores comerciales se vieron forzados a establecer enlaces entre ellos.

Cuando el número de proveedores comenzó a elevarse, el número de enlaces necesarios empezó a ser problemático debido a que se aproximaba al orden del cuadrado del número de proveedores; los puntos neutros dieron la respuesta, al aproximar la cantidad de enlaces necesarios al número de proveedores, reduciendo enormemente la complejidad y el coste de la red. Pero complicaban las relaciones en el mercado.

4.5. MIEMBROS

Los miembros de puntos neutros son todo tipo de organizaciones que operan redes conectadas a la Internet, siendo a su vez los aliados o cooperantes. Todos ellos disponen de un sistema autónomo³¹.

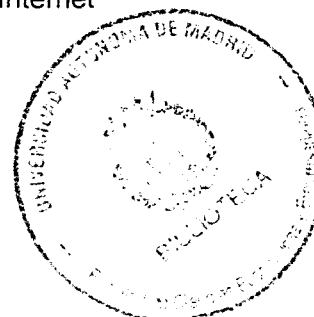
En los puntos neutros actuales, es frecuente encontrar un miembro del sector académico. Por ejemplo, RedIris en Espanix, Cesca en CatNix, JaNet en Linx, etc; siendo el resto de miembros, normalmente, proveedores comerciales de servicios de Internet.

4.6. NEGOCIOS

4.6.1. PRINCIPAL O ACTIVIDADES CORE

Se suele denominar así a las actividades destinadas a facilitar el tráfico de Internet entre los miembros del punto de intercambio.

³¹ RFC827, Eric C. Rosen (Bolt Beranek and Newman Inc.) <http://rfc.net/rfc827.html>



Este negocio es la razón de la existencia y actividad central del punto neutro. Consiste en el servicio de facilitar a los miembros del punto de intercambio la interconexión entre ellos. Esto condiciona las relaciones del nodo neutro con otras organizaciones además de los miembros, debido fundamentalmente a tres factores:

1. En la actividad principal, se utilizan equipos casi invariablemente de nivel 2³², y muy frecuentemente los más potentes disponibles en el mercado, debido a que el tráfico de un punto neutro constituye una de las mayores concentraciones de tráfico de red que es posible encontrar fuera de un laboratorio. Esto tiene consecuencias directas e importantes en las relaciones de un punto neutro, como se verá más adelante.
2. Esta actividad precisa también de un servicio de alojamiento donde ubicar los mencionados equipos. Este alojamiento debe tener lugar en un espacio relativamente concentrado, tal como un edificio o varios edificios ubicados dentro de la misma área metropolitana. Comoquiera que poner de acuerdo a todos los miembros del punto neutro es difícil por lo dispar de sus intereses, existen centros de datos o *datacenters*, que ofrecen estos servicios y son neutrales desde el punto de vista de los concurrentes al punto neutro, salvo excepciones³³.
3. Se necesita para llegar al equipo de conmutación la concurrencia en un espacio razonablemente pequeño del anteriormente mencionado número *n* de enlaces. Estos son proporcionados por empresas de telecomunicaciones que disponen de su propia red de fibra y/o de radioenlaces.

4.6.2. ACCESORIOS (ACTIVIDADES “NON-CORE”)

Los puntos neutros presentan una importante concentración de personas con cierta capacidad de decisión en sus respectivas organizaciones en un solo comité, el cual

³² Nivel de enlace. Casi invariablemente, equipos de conmutación Ethernet.

³³ A veces se encuentran puntos neutros en edificios propiedad de una empresa de telecomunicaciones dominante, que además forma parte del punto neutro. Por ejemplo, ParIX tiene parte de su infraestructura en un edificio de France Telecom.

tiene un gran peso específico de facto en las comunicaciones de un país. Esto hace que sean lugares idóneos para erigirse en interlocutores válidos en gran variedad de materias. No obstante, el comité suele ser problemático, al incorporar casi siempre a todos los miembros del nodo que, sumado a las listas públicas de discusión, dan como resultado una relación compleja.

La seguridad lógica es uno de los campos en que un comité técnico de un punto neutro puede influir de manera decisiva. No en vano, tanto el tráfico útil como el proveniente de virus, gusanos y otros tipos de *malware*³⁴, atraviesa inevitablemente el punto neutro y las redes de sus miembros. Otras actividades accesorias incluyen la redacción de documentos deontológicos para los miembros; la relación con el legislador es fuerte.

Es frecuente encontrar entre el personal propio de los puntos neutros autores de normas de Internet. Esta relación no es casual. El conjunto de miembros del punto neutro es uno de los pocos lugares donde se concentra la mayor cantidad de conocimiento sobre la teoría y práctica de la Internet desde dentro. Esto hace, lógicamente, que la experiencia acumulada en el punto neutro tenga una gran influencia en la creación de normas. Es, por tanto, un generador de Capital Intangible, de Capital Tecnológico.

4.7. RELACIONES DE LOS PUNTOS NEUTROS

Como se ha argumentado, los puntos neutros mantienen una estrecha y duradera relación con datacenters y proveedores de enlaces de telecomunicaciones. Además de estas, hay que destacar otras importantes relaciones directas o inducidas:

1. Fabricantes de equipos. Los puntos neutros son el equivalente a la Fórmula 1 en rendimiento de equipos de comunicaciones, es decir, sirven de test. En muy pocos otros lugares se puede encontrar maquinaria de comunicaciones funcionando a tan pleno rendimiento como en un punto neutro. De hecho, muchas tecnologías, en especial

³⁴Nombre que se da al software diseñado con finalidades malintencionadas: Virus, gusanos, troyanos, etc.

en conmutación de paquetes de nivel 2 a nivel local - lo cual constituye el corazón de la actividad principal de un punto neutro - se desarrollan en constante colaboración con los mayores puntos neutros del mundo, y se despliegan en primer lugar en puntos neutros. Así ha sucedido recientemente, por ejemplo, con la tecnología 10G³⁵.

2. La elección del o de los fabricantes de los equipos de conmutación de un nodo neutro es una decisión estratégica, como también lo es en cualquier instalación de comunicaciones de cierto tamaño. No es extraño, por tanto, que los fabricantes no reparen en recursos a la hora de mantener un buen funcionamiento de los equipos instalados en un punto neutro, que se convierte en un lugar de referencia de una implantación exitosa de sus productos. Esto, a su vez, da una ventaja al fabricante en cuestión a la hora de optar a ventas en los miembros del punto neutro y en otras organizaciones afines.
3. De los *datacenters* que alojan los puntos neutros se requiere una gran estabilidad a lo largo de los años, debido a lo costoso y complejo de trasladar un punto neutro³⁶. El alojamiento de un punto neutro, además de ser un negocio por sí mismo para un datacenter, induce gran cantidad de negocio para el mismo. No en vano, pues la proximidad de servidores de acceso, contenidos, etc, a un gran punto de intercambio reduce costs y mejora la calidad de los servicios entregados. Por esta razón, a veces los puntos neutros ofrecen condiciones especiales o incluso donaciones de espacio y servicios a los puntos neutros. Como ejemplo de esto, Banesto con Espanix, RedBus con Linx, entre otros.

35. Transmisión de datos de corta y media distancia a 10^{10} bits por segundo, basada en la tecnología Ethernet.

36. Espanix fue trasladado a finales de 2000 solamente de una planta a otra del mismo edificio. En aquel entonces, tenía la mitad de miembros que hoy día. El proceso llevó varios meses, y aún así, varios miembros no consiguieron terminarlo en los generosos plazos (de varios meses) marcados. Esto da una idea de la complejidad inherente a cualquier gran actuación sobre la actividad principal de un nodo neutro.

4. La instalación de fibra, que es el método preferido para las comunicaciones de grandes anchos de banda³⁷, es una inversión estratégica debido a su coste y a la dificultad de su instalación, pues precisa grandes obras públicas en entornos urbanos. Esto es un factor que se añade al anterior y que tiende a proporcionar una gran estabilidad a lo largo del tiempo al punto neutro.
5. Algunos Gobiernos, conscientes de la importancia de los puntos neutros, los han declarado instalaciones de interés estratégico, al igual que las grandes centrales eléctricas o la distribución de agua potable³⁸.

4.8. ORGANIZACIONES RELACIONADAS

Como se ha mencionado, el proceso de creación de normas de Internet está influido de manera decisiva por los puntos neutros, como lugares donde se concentra una gran experiencia en el funcionamiento real de la Red (en especial, en los primeros niveles de la pila de protocolos), por un lado; y como lugares donde se concentran los proveedores de servicios, por otro.

Para comprender dónde y cómo se ejerce esta influencia, es necesario comprender cómo funciona actualmente el modelo de creación y renovación de normas de Internet, las cuales son de obligatorio cumplimiento tanto por los fabricantes de los equipos que las implementan, como por los proveedores de servicios que, mediante la operación de estos equipos, dan vida a las mismas.

El proceso está completamente explicado en el RFC1602³⁹, y es básicamente como sigue. Se forma un grupo de trabajo en el IETF⁴⁰. Cualquiera, en el sentido amplio de la

37. Ancho de banda: Término que procede de la física, y que en este contexto denota una medida de la capacidad de un determinado enlace de datos, es decir, la cantidad de información que es capaz de transmitir por unidad de tiempo.

38. Espanix está considerado como instalación estratégica por el Gobierno español.

39 <<http://rfc.net/rfc1602.html>>

40 Internet Engineering Task Force <<http://www.ietf.org/>>

palabra, puede proponer la formación de un grupo de trabajo; si hay un consenso suficiente en el seno del IETF, queda formado. El resultado de su trabajo es un borrador de RFC⁴¹ que, considerándose suficientemente maduro, entra en la vía de la normalización ("Standards Track"). Esta normalización pasa por tres niveles de maduración: Propuesta de norma, borrador de norma y norma de Internet. Con la aprobación del IESG⁴², cuya misión es administrar el proceso de formación de las normas, pasa a ser publicada por parte del editor de RFCs. El IETF, IESG y otros grupos que no forman parte del proceso de normalización habitual son coordinados por la ISOC⁴³.

41 Request For Comments <<http://rfc.net/>>

42 Internet Engineering Steering Group <<http://www.ietf.org/iesg.html>>

43 Internet Society <<http://www.isoc.org/>>

PARTE TERCERA: ANALISIS EMPIRICO

CAPÍTULO 5 - ESTUDIO EMPÍRICO DE LOS NODOS NEUTROS

El estudio empírico se realiza para la consecución de los objetivos y la contrastación de las hipótesis planteadas en el capítulo primero del Trabajo, siguiendo las pautas teóricas de los contenidos teóricos expuestos en los capítulos precedentes.

Para la consecución y contrastación, se ha realizado el estudio empírico en las siguientes fases:

1. Estudio de los nodos neutros mundiales. Con este análisis, se establecen las características generales de los nodos, con el fin de poder determinar tamaño, número de miembros asociados, volúmenes de tráfico y entidades relacionadas. Tiene por objeto el conocimiento de este tipo de organizaciones. Se contrastan los resultados con responsables de nodos neutros y académicos de la materia.
2. Estudio de las listas con los correos electrónicos realizadas para los miembros del EURO-IX y tres de los nodos neutros más importantes de Europa, que mueven más del 60% del tráfico total, con más de 8.000 correos en los últimos tres años. De aquí se extraen conclusiones de los problemas técnicos que les afectan y de los esquemas de relación entre los miembros de los nodos neutros y de los nodos neutros entre sí.
3. Entrevistas preliminares en profundidad. Realizadas al principio sin guión fijo, les siguen entrevistas en las que se determinan los problemas básicos de estas modalidades de cooperación, sus estructuras jurídicas y se extraen variables a estudio.
4. Cuestionario. Con la información anterior, se confecciona un cuestionario que contesta la totalidad de la población de nodos europeos, así como los principales de EEUU y Japón. Se le aplican análisis de estadística descriptiva y análisis multivariante, para determinar los resultados y contrastar las hipótesis de partida.

Todos los análisis se realizan sin ocultar la identidad del encuestado, para poder vincular claramente los resultados a los modelos de cada nodo, pero se ha establecido con los encuestados la confidencialidad en los resultados del trabajo.

El trabajo empírico que se expone a continuación se ha realizado gracias a la ayuda prestada por el nodo más importante de España, ESPANIX, que es uno de los cinco primeros europeos, y de la organización que aglutina a los nodos europeos, EURO-IX, que ha prestado todo su apoyo para la realización del mismo.

Asimismo, se debe parte de la inspiración de parte de los problemas a uno de los referentes mundiales del desarrollo técnico y comercial de Internet, Paul Vixie, que con sus consejos ha guiado algunos de los contenidos que aparecen a continuación.

5.1. ANÁLISIS COMPETITIVO DE LOS NODOS NEUTROS

Por motivo de la extensión de las tablas resultado del análisis competitivo, se ha decidido a su incorporación dentro del ANEXO 1.

Se ha realizado un trabajo de campo de localización de todas las páginas web de los nodos neutros mundiales, en base a las listas publicadas por EURO-IX y al seguimiento del mapa de Internet.

Se han rechazado en el estudio nodos neutros que no representan este tipo de organizaciones, por no tener miembros, no tener tráfico o no ser técnicamente lo se ha definido como punto neutro, nodo neutro o IXP (Internet Xchange Point).

A pesar de ello, podemos comprobar los existentes en Europa, que son los nodos objetivo del estudio, y los puntos neutros de otras zonas como los de EEUU, los más antiguos o Japón, los más grandes y estructurados.

Se ha comprobado que sí existen diferencias organizativas entre los distintos nodos, que se establecerán en las conclusiones. Asimismo, se comprueba las grandes diferencias de tamaño, siendo el objetivo del estudio los que son referente de infraestructura e institucionalmente fuertes, por encima de los privados creados para albergar pequeños sistemas autónomos no relacionados con las telecomunicaciones de datos.

5.2. ENTREVISTAS EN PROFUNDIDAD

Las entrevistas en profundidad realizadas no se pueden incluir en el trabajo del trabajo. Por la limitación a su presentación en el mismo, siguiendo la confidencialidad pactada

con los entrevistados. La metodología científica que se ha realizado tiene tres pasos, que han servido para la realización del resto del estudio empírico. Estas son:

1. Las primeras entrevistas no tenían un contenido cerrado, eran abiertas y con el objetivo de determinar de forma básica los contenidos siguientes:
 - Estructura organizativa básica de los nodos.
 - Estructura legal utilizada.
 - Formación de los responsables de los nodos y grado de conocimientos de gestión.
 - Sistema de negociación de los acuerdos entre las empresas miembros del nodo. Estos se refieren a los acuerdos de *peering* comentados en apartados anteriores.
 - Sistema de negociación de tarifas y contratos de tránsito.
 - Estructuración de la relación entre los grandes y los pequeños, los TIER 1 y resto de ISP, aunque en Europa prácticamente sólo se encuentran TIER 2.
 - Problemas básicos de los nodos neutros como sistema de alianzas.
 - Características generales de los mismos.

Se realizaron 6 encuestas en profundidad, de las cuales 3 fueron con un miembro de un organismo del Estado Español encargado de la regulación del mercado de las telecomunicaciones, un académico de informática especializado en telecomunicaciones y una profesional de mercado referente en estos temas. Las otras 3 encuestas, fueron realizadas a dos profesionales vinculados con el nodo neutro más importante español, ESPANIX, y con una persona representante miembro del nodo, en calidad de empresa competidora en el mercado de telecomunicaciones datos.

Con estas entrevistas se obtuvo una imagen fidedigna del mercado, que se pudo constatar después que se correspondía con el resto de los análisis realizados.

2. La segunda ronda de entrevistas se realiza con carácter internacional, a nodos neutros europeos, en los que se preguntan prácticamente las mismas cuestiones, pero de forma más directa, para corroborar las cuestiones planteadas a una pequeña muestra nacional, aunque se tratara de personas de reconocida experiencia en estos temas. Las respuestas obtenidas fueron 12, que se obtuvieron por escrito, pero la validez de la muestra empleada la da que son los nodos más importantes de Europa y conforman más del 90% del tráfico europeo.

No sorprende que la mayoría de la información obtenida sea muy parecida al de las anteriores entrevistas y se identifique con los resultados de la encuesta posterior, pues se trata de un tipo de organizaciones interrelacionadas de carácter global, que comparten los mismos problemas de gestión y tecnología.

3. Entrevistas posteriores al análisis estadístico de la encuesta, para discutir los motivos por los que se obtienen los resultados, para poder establecer de forma fidedigna los resultados de la misma. Y, por tanto, de los contrastes sobre las hipótesis de partida planteados al principio del trabajo.

Los resultados obtenidos en esta parte del estudio empírico se han trasladado a distintas partes del trabajo. Esto es:

- En la parte teórica acerca de telecomunicaciones, para la determinación de algunos de los contenidos que debían aparecer en el mismo.
- En la ampliación de los objetivos de la parte teórica de los acuerdos de cooperación, pues aparecieron nuevos problemas que hubo que estudiar con la base teórica. Como ejemplo, el aspecto relacional entre los socios ha modificado el alcance inicial del estudio.
- En la parte empírica del estudio competitivo y benchmarking de los nodos neutros, para determinar las variables interesantes a comparar.
- En los resultados finales del estudio y en las conclusiones del trabajo, como aportaciones del mismo.
- En las líneas futuras de investigación.

5.3. ENCUESTA A LOS NODOS NEUTROS

Para el estudio de los nodos neutros se ha recurrido a la confección de una encuesta, que tiene dificultades de confección y ejecución por tener que aglutinar los siguientes contenidos y carencias:

- Aspectos de la teoría sobre cooperación empresarial, que sirve de base al estudio, que ya es en sí misma extensa y compleja.
- Aspectos relacionados con la actividad de este tipo de organizaciones, íntimamente relacionados con la tecnología.
- El bajo nivel de comprensión sobre contenidos administrativos de los responsables de los nodos que, a pesar de tener un elevado nivel técnico sobre telecomunicaciones, se ha constatado su baja preparación administrativa. En algunos aspectos organizativos será una ventaja, mientras que en la organización general es un claro freno y se establece una fuerte necesidad de profesionalización administrativa.

Es la causa de que las preguntas del cuestionario hayan sido confeccionadas con principios de claridad para el encuestado, a costa de perder fuerza respecto a los objetivos teóricos en el ámbito de administración de empresas, que han de inferirse de las respuestas obtenidas.

Y es también el motivo de que el orden temático establecido y los encabezamientos de las áreas no utilicen la terminología utilizada en el resto del trabajo, pues se constató la falta de comprensión de los encuestados sobre los conceptos teóricos en las pruebas previas realizadas.

Hubo un primer intento de pasar una encuesta que se trató de pasar sin éxito en 2003, en la reunión anual del EURO-IX, que tuvo que darse como no válida al constatar que los contenidos no se entendían por parte de los participantes y que tenía demasiada extensión.

Por ello, el cálculo de tiempos utilizado se ha sido optimizado, pudiendo contestarse la encuesta en el tiempo récord de cinco minutos, así como los contenidos, que tras probarse de nuevo, eran fáciles de completar. Para ello, se volvió a testar el cuestionario, esta vez en inglés desde el primer momento, pues la traducción era la

que había generado la mayor parte de los problemas, comprobando que era el apropiado.

Así, el 19 y el 20 de abril de 2004, en la reunión del EURO-IX en Berlín, en los minutos de intervención española del orden del día, se procedió a la explicación de la encuesta en el foro, teniendo como fruto el que todos los máximos responsables de los nodos neutros europeos contestaran la encuesta en esos dos días, para éxito del presente trabajo.

A raíz de los contactos realizados en esos dos días, se han podido completar algunas encuestas más de otras zonas del mundo. La expectación generada y las relaciones obtenidas, han servido para poder contrastar los resultados obtenidos por la manipulación de los datos estadísticos, obteniendo una segunda opinión sobre los resultados que ha servido para contrastar los resultados con los expertos.

5.3.1. CONTENIDOS BÁSICOS DE LA ENCUESTA

La encuesta, a pesar de las limitaciones anteriormente expuestas, se ha compuesto de apartados temáticos que más adelante, para mejorar el desarrollo de la cumplimentación de las encuestas, se ha alterado en orden. Los motivos principales de este cambio son:

1. El posible problema que pudiera encontrar el encuestado en preguntas que pudieran ser sensibles, comprometidas o excesivamente clarificadoras de su organización. El resultado obtenido ha sido bueno, pues a pesar de haber obtenido muchas peticiones de confidencialidad y de explicación posterior del por qué de determinadas preguntas, toda la población contestó la encuesta, constando que con sinceridad.
2. Conseguir el máximo dinamismo al completarla, puesto que con el orden utilizado el tiempo de respuesta se reducía drásticamente. Esto hace que se pudiera contestar en un plazo de tiempo tan breve, pero con resultados válidos.
3. Conseguir que no se parasen los encuestados en ningún momento a reflexionar en aspectos de sobra conocidos por los encuestados, perdiendo espontaneidad y veracidad en la encuesta. De hecho, una vez terminadas las encuestas y teniendo copia de una encuesta vacía.

se han recibido muchas peticiones para obtener los resultados e incluso otras muchas para pedir asesoramiento sobre la bondad de su modelo de gestión. Hay que hacer constar que a raíz de esta comunicación posterior, se han modificado algunas prácticas administrativas.

Los contenidos utilizados, se insiste una vez más, han sido los que los encuestados podían entender automáticamente o con breves explicaciones, y son los siguientes:

1. Cuestiones para la identificación del nodo neutro y características generales. Aunque en el trabajo de análisis competitivo de los nodos neutros parte de estos datos ya aparecían, se han introducido preguntas para identificar cuestiones que faltaban por incorporar y para identificar el perfil de los nodos cuyos responsables eran los encuestados. Así, se pueden obtener posteriormente los contrastes y agrupaciones.
2. Cuestiones sobre cómo se distribuyen los costes sobre los miembros del nodo. Como son organizaciones que no tienen un ánimo de lucro en la mayoría de los casos, y en el resto no pueden declararlo, los costes del nodo han de ser repercutidos a los miembros del mismo. La forma de repercusión puede ser por uso o por cuota fija. Cada caso tendrá sus ventajas e inconvenientes, como se establecerá en los resultados.
3. Cuestiones sobre los sistemas que tiene el nodo para conseguir las relaciones entre los miembros. Una de los objetivos de todo nodo neutro es el conseguir la cooperación de sus miembros mediante acuerdos de peering, de peering con tránsito, o de tránsito solamente. Se establecerán los sistemas de relación animados por iniciativas concretas del nodo.
4. Cuestiones sobre el grado de rivalidad y los mecanismos de relación entre los socios. Se atenderá sus relaciones anteriores, sus relaciones comerciales, su competitividad y sobre las negociaciones en otros nodos.
5. Cuestiones para determinar la fórmula legal del nodo, su estructura jurídica, para determinar el tipo de cooperación empresarial adoptado.

Este se completará con otras partes del trabajo para determinar los resultados.

6. Cuestiones para identificar futuros negocios del nodo neutro, subiendo dentro de la Pila OSI e IP Protocol Stack. Al subir en la Pila OSI, se obtiene negocio de mayor valor añadido, lo que condiciona la propia importancia del nodo como organización.
7. Cuestiones sobre relación de los miembros con el nodo neutro. Unido a las entrevistas en profundidad entenderemos la importancia del nodo como institución.
8. Cuestiones sobre la relación con los poderes públicos, abordándose dos problemas fundamentales detectados. El primero, respecto a la relación legal, puesto que los nodos son organizaciones estratégicas para los estados y para la Unión Europea, que tienen siempre relación con los gobiernos y, en el caso del EURO-IX, tiene un representante de la Unión Europea en todas sus reuniones. El segundo, respecto a regulación fiscal, cuestión que abordaremos en los resultados del estudio.
9. Cuestiones sobre el papel institucional del nodo, pudiendo convertirse en lo denominado *clearing house*, u organización en la que se arbitran precios y problemas entre los miembros, tipo las sociedades rectoras de bolsas y otros modelos de relación institucional neutra entre miembros de fuerte competencia y conflictos de intereses. Esta sería otra de las grandes oportunidades de los nodos.
10. Por último, el grado de apertura a nuevos socios de esta modalidad de cooperación, pues los beneficios de la colaboración crecen en el tiempo y son un valor añadido en sí mismo. También se refiere a los activos del mismo, que son activos compartidos – activos tangibles e intangibles-, de los que se puede aprovechar quien entre, siendo los últimos en llegar los que más se aprovechan de lo realizado por los anteriores.

Los resultados de esta encuesta, relacionados con los antecedentes teóricos y con los estudios empíricos preliminares completarán los contenidos necesarios para poder dar los resultados del trabajo.

5.3.2. PRIMER ANÁLISIS ESTADÍSTICO: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

El trabajo ha tenido el mayor éxito que se le puede pedir a un estudio empírico, que es el de tener una muestra igual a la población. Al tener las respuestas de toda la población, esto es, de todos los nodos neutros europeos, no hace falta justificar ni realizar los análisis sobre la bondad o calidad de la muestra.

Por tanto, el que se hayan obtenido 36 encuestas no genera un problema de inferencia estadística de que n o número de casos sea bajo, puesto que es plenamente representativa, al ser la población. Aunque los nodos son alguno menos, la respuesta por algunos nodos de más de un representante no ha generado problemas, pues se constata que los resultados no difieren prácticamente en nada, por lo que se han utilizado como valores medios o porque las distancias entre unos y otros no han sido determinantes para el estudio.

El problema en que se podría incurrir es que tuviera igual ponderación un nodo que otro, existiendo una tremenda diferencia en cuanto a importancia y tamaño de unos a otros. Por tanto, aunque en el análisis de estadística descriptiva se haya optado por una equiponderación, en los análisis ulteriores sí se tendrá en cuenta esta circunstancia. Se comprueba que, al aparecer en grupos distintos y claramente identificables, no se pierde rigor estadístico ni se pierde fuerza en las conclusiones.

Se han conseguido otras 6 encuestas de los nodos neutros más importantes del mundo, de EEUU y Japón, que utilizaremos para contrastar los resultados. En este caso no se podrán inferir resultados sólo teniendo en cuenta el número de las mismas, aunque por la importancia de los nodos sí podremos utilizarlo como referencia para testar los resultados del estudio. Nos servirán para refutar y consolidar los resultados obtenidos en los nodos europeos.

Se aportan, en la Tabla 5.1 - Estadística descriptiva, los datos obtenidos en las variables o preguntas realizadas en la encuesta, tras su proceso estadístico. Destacar la calidad de los resultados antes del establecimiento de los resultados que se realizarán en apartados posteriores, al obtener valores lógicos y no excesivamente centrados en las variables – en las que se han establecido escalas que van del 1 al 5,

tipo Kevin -, y los resultados de dispersión hayan sido aceptablemente bajos. No será necesario realizar coeficientes de variación de Pearson, para comprobar que los resultados son buenos. Los histogramas de frecuencias ayudarán a establecer los resultados finales.

Descriptive Statistics (tesis.sta)															
	Valid N	Mean	Confid.		Sum	Minimum	Maximum	Range	Variance	Standard		Std.Err.		Std.Err.	
			-95.000%	95.000%						Std.Dev.	Error	Skewness	Kurtosis		
NEA1	36	3.333333333	2.96268803	3.70397864	120	1	5	4	1.2	1.095445	0.182574	-0.44493	0.39254	0.00658	0.76808
NEA2	36	3.527777778	3.13580635	3.9197492	127	1	5	4	1.3420635	1.158475	0.193079	-0.12969	0.39254	-0.98217	0.76808
NEA3	36	2.583333333	2.25603823	2.91062844	93	1	4	3	0.9357143	0.967323	0.161221	-0.24928	0.39254	-0.82047	0.76808
NEA4	36	3.083333333	2.66795381	3.49871286	111	1	5	4	1.5071429	1.227657	0.20461	-0.06881	0.39254	-0.88316	0.76808
NEA5	36	2.722222222	2.21317583	3.23126862	98	1	5	4	2.2634921	1.504491	0.250748	0.23799	0.39254	-1.42913	0.76808
NEA6	36	3.388888889	2.92937286	3.84840492	122	1	5	4	1.8444444	1.358103	0.226351	-0.40376	0.39254	-0.85655	0.76808
NEA7	36	2.833333333	2.3793874	3.28727927	102	1	5	4	1.8	1.341641	0.223607	0.1712	0.39254	-0.86146	0.76808
NEA8	36	3.083333333	2.60912388	3.55754279	111	1	5	4	1.9642857	1.40153	0.233588	-0.22206	0.39254	-1.26343	0.76808
NEA9	36	2.305555556	1.86388482	2.74722629	83	1	5	4	1.7039683	1.305361	0.21756	0.37136	0.39254	-1.08027	0.76808
NEA10	36	2.583333333	2.1922902	2.97437647	93	1	5	4	1.3357143	1.155731	0.192622	0.19678	0.39254	-0.61468	0.76808
NEA11	36	1.972222222	1.60614002	2.33830442	71	1	5	4	1.1706349	1.081959	0.180326	0.63092	0.39254	-0.41054	0.76808
NEA12	36	2.388888889	1.95878686	2.81899092	86	1	5	4	1.615873	1.27117	0.211862	0.17528	0.39254	-1.36131	0.76808
NEA13	36	3.083333333	2.66015257	3.5065141	111	1	5	4	1.5642857	1.250714	0.208452	-0.0728	0.39254	-0.69319	0.76808
NEA14	36	4.027777778	3.69937414	4.35618142	145	1	5	4	0.9420635	0.9706	0.161767	-1.05041	0.39254	1.32525	0.76808
NEA15	36	3.361111111	2.98912	3.73310222	121	1	5	4	1.2087302	1.099423	0.183237	-0.10304	0.39254	-0.865	0.76808
NEA16	36	4.166666667	3.86948929	4.46384404	150	2	5	3	0.7714286	0.87831	0.146385	-0.8781	0.39254	0.17767	0.76808
NEA17	36	4.027777778	3.65286714	4.40268841	145	1	5	4	1.2277778	1.108051	0.184675	-0.99136	0.39254	0.22925	0.76808
NEA18	36	4	3.63828722	4.36171278	144	1	5	4	1.1428571	1.069045	0.178174	-1.18853	0.39254	1.50294	0.76808
NEA19	36	4.055555556	3.76455718	4.34655393	146	2	5	3	0.7396825	0.860048	0.143341	-0.68102	0.39254	-0.00813	0.76808
NEA20	36	4.666666667	4.46854842	4.86478491	168	3	5	2	0.3428571	0.58554	0.09759	-1.60736	0.39254	1.72608	0.76808
NEA21	36	2.972222222	2.57199303	3.37245141	107	1	5	4	1.3992063	1.182881	0.197147	-0.16301	0.39254	-0.78433	0.76808
NEA22	36	3.166666667	2.79163488	3.54169846	114	1	5	4	1.2285714	1.108409	0.184735	-0.21475	0.39254	-0.41583	0.76808
NEA23	36	2.861111111	2.43196075	3.29026147	103	1	5	4	1.6087302	1.268357	0.211393	0.36409	0.39254	-0.70511	0.76808
NEA24	36	3.027777778	2.63580635	3.4197492	109	1	5	4	1.3420635	1.158475	0.193079	-0.17347	0.39254	-0.79385	0.76808
NEA25	36	2.194444444	1.76024261	2.62864628	79	1	5	4	1.6468254	1.283287	0.213881	0.64578	0.39254	-0.73919	0.76808
NEA26	36	2.555555556	2.11667076	2.99444035	92	1	5	4	1.6825397	1.297127	0.216188	0.24506	0.39254	-1.23578	0.76808
NEA27	36	2.027777778	1.63580635	2.4197492	73	1	5	4	1.3420635	1.158475	0.193079	0.87726	0.39254	-0.22889	0.76808
NEA28	36	2.027777778	1.61152423	2.44403133	73	1	5	4	1.5134921	1.230241	0.20504	0.82188	0.39254	-0.62286	0.76808

Tabla 5.1 - Estadística descriptiva

5.3.3. ANÁLISIS MULTIVARIANTE: CLUSTER Y FACTORIAL

El análisis multivariante tiene por objeto la reducción de variables o casos para su análisis estadístico. Los que se van a realizar en los análisis del trabajo son los cluster o conglomerados y factorial.

El primero, el análisis cluster, es el encargado de la reducción de casos en grupos o conglomerados, obteniendo en nuestro caso nodos que tienen características similares.

El segundo, el análisis factorial, sirve para agrupar variables para simplificar análisis y, en su caso, poder realizar otros procesos estadísticos posteriores, como por ejemplo una regresión cuando tenemos modelos sobreparametrizados.

5.3.3.1. ANÁLISIS CLUSTER

El objetivo del análisis cluster es el de agrupar elementos de una muestra o, como en el caso del presente trabajo la población, entre un conjunto grande de variables cuantitativas, consiguiendo grupos que sean a la vez lo más homogéneos posibles y, a la vez, lo más distintos del resto de los grupos.

En este caso, se querrá saber qué grupos posibles de clasificación de nodos neutros tenemos según las respuestas obtenidas, para después poderse cruzar con las variables identificativas, con el fin de establecer caracteres por tamaño, número de miembros, tipología jurídica, u otros condicionantes de gestión.

A partir de ahí, se establecerán unas estadísticas por grupos obtenidos de tipo descriptivo, para poder concluir y realizar la contrastación de las hipótesis de partida. Los resultados descriptivos de grupos se presentarán en el análisis de resultados del estudio empírico.

Como no se conocen a priori el número de grupos de clasificación que vamos a obtener y como se desea entender por primera vez estos grupos sin ideas preconcebidas que sesguen el estudio, evitamos los métodos de k-medias. Se establecen como válidos los modelos jerárquicos que utilizan distancias entre los grupos, que normalmente habría de ser con respecto a la media, aunque por facilidad de cálculo se emplea la distancia euclídea. Utilizaremos el modelo de Ward, y contrastaremos con un modelo ANOVA, para verificar la calidad del análisis.

Los resultados del cluster los obtenemos en el gráfico 1 denominado dendograma, del que escogeremos clasificaciones de grupos que según los puristas se encuentren por debajo del 50% de la distancia euclídea.

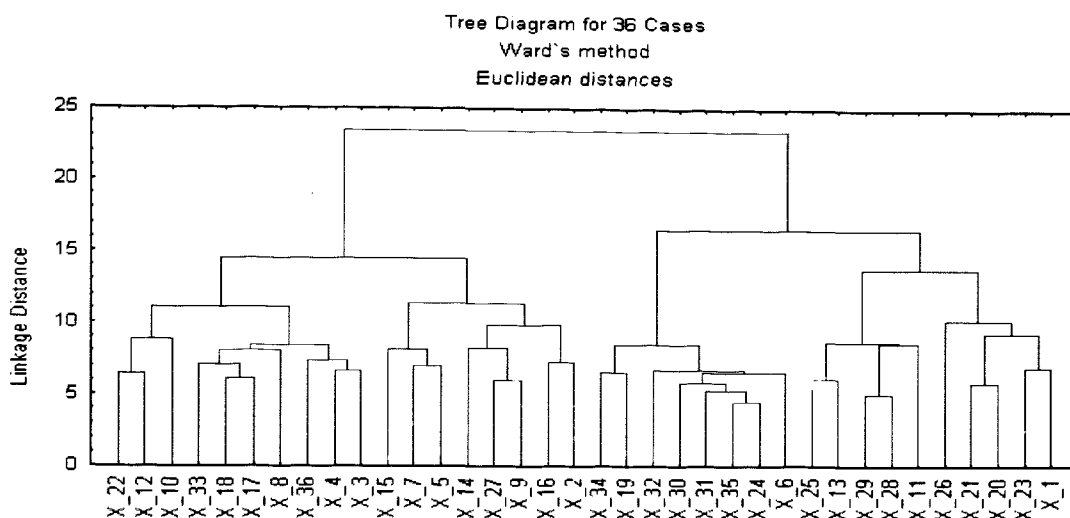


Gráfico 5.1 - Dendograma en vertical

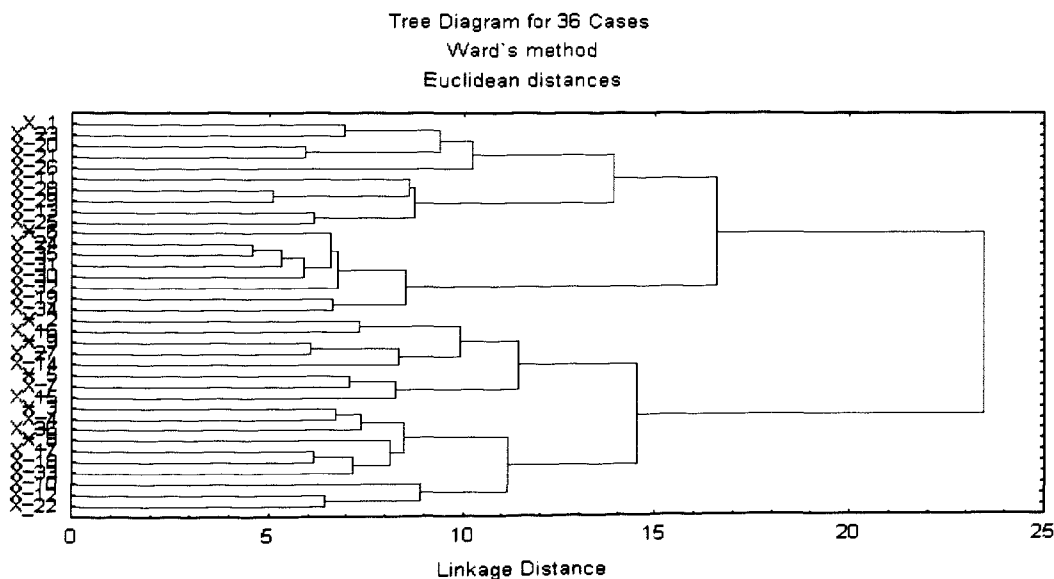


Gráfico 5.2 - Dendograma en horizontal

Pero, como al utilizar las distancias euclídeas es difícil percibir la escala, se realiza un cambio de escala para su representación de 0 a 100, sabiendo que de 50 para abajo se podrán utilizar los grupos. El nuevo dendrograma se muestra en el Gráfico 5.3 - Dendograma vertical en escalas indizadas de 0 a 100 y en el Gráfico 5.4 - Dendograma horizontal en escalas indizadas de 0 a 100.

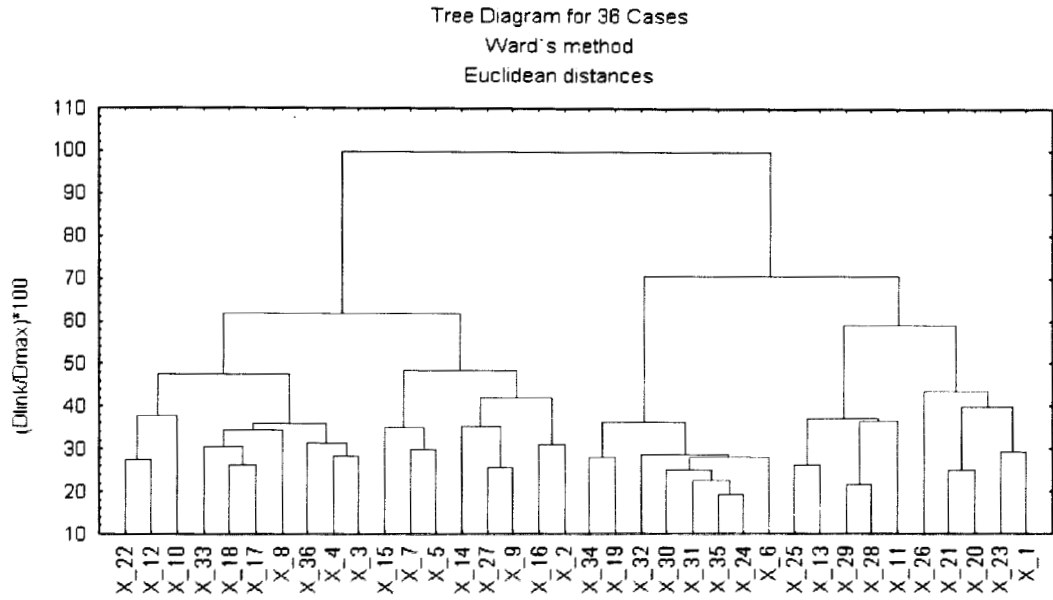


Gráfico 5.3 - Dendograma vertical en escalas indizadas de 0 a 100

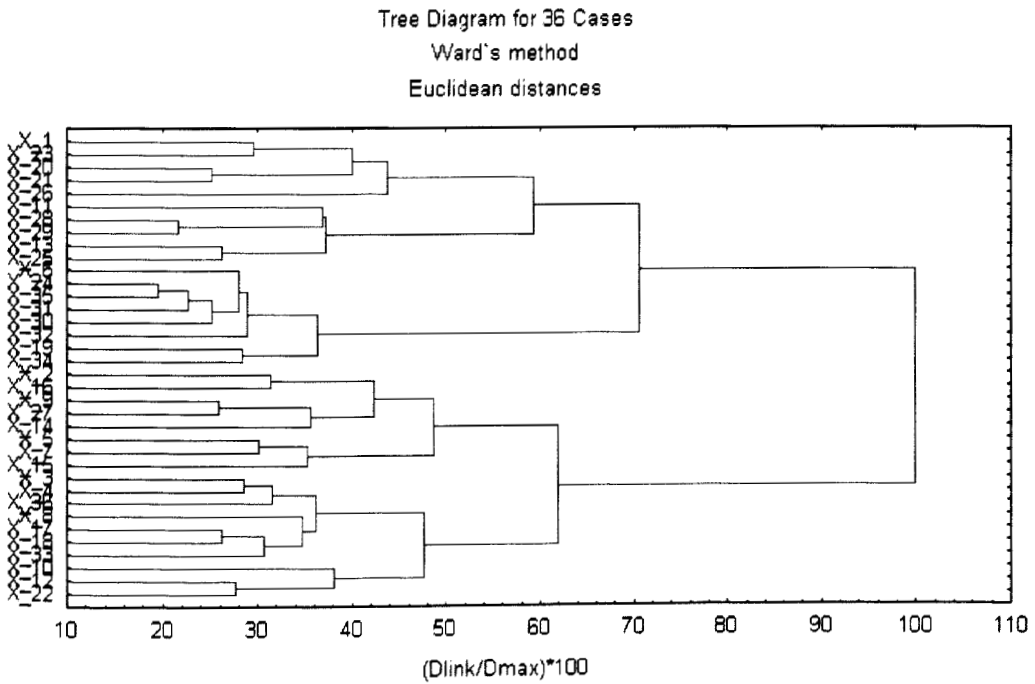


Gráfico 5.4 - Dendograma horizontal en escalas indizadas de 0 a 100

Podemos observar que, siendo puristas, no deberíamos escoger como válidos menos de 5 grupos. Como se trata de contrastarlos con la tipología inicial, se establecerán en los resultados los resultados por grupos, tratando de respetar al máximo la regla, pero entendiendo que como estamos ante la población, podemos relajar algo la significatividad del análisis. Para ello tenemos en cuenta la información que se adjunta, tablas y gráficos que nos sirven para completar este análisis.

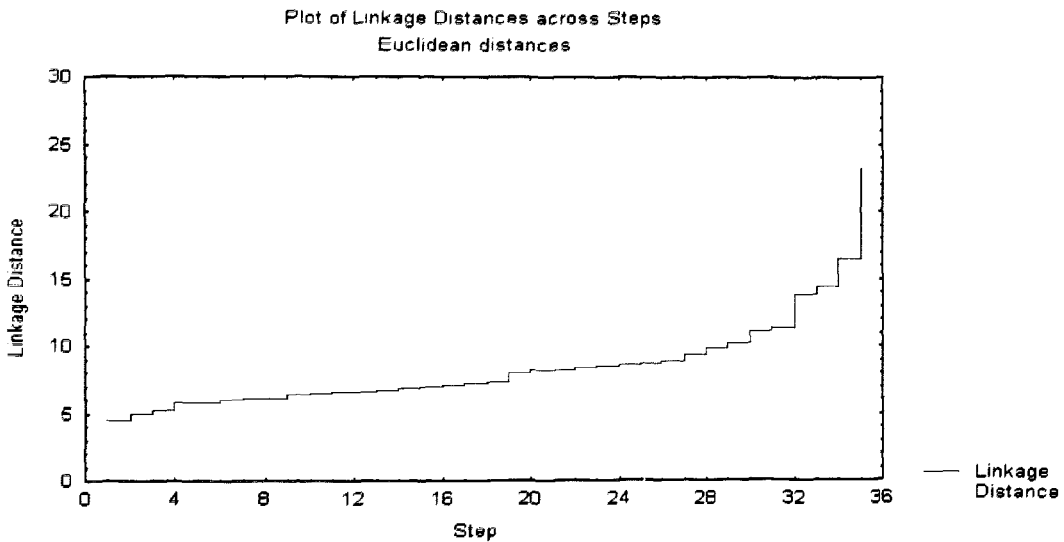


Gráfico 5.5 - Evolución de las distancias euclídeas en la formación de los clusters

Este gráfico sirve para entender la evolución de las distancias y, por tanto, la separación entre los grupos, paso a paso en las jeraquías. Al trabajar las distancias con el contraste varianza ANOVA en un test de la F, los grupos han rechazado la hipótesis nula, por lo que pueden ser utilizados para los análisis.

La información se obtiene de los cruces de la matriz de distancias euclídeas que se adjunta en la Tabla 5.2 - Matriz de distancias euclídeas.

van distancias (tesis.sta)

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_10	x_11	x_12	x_13	x_14	x_15	x_16	x_17	x_18	x_19	x_20	x_21	x_22	x_23	x_24	x_25	x_26	x_27	x_28	x_29	x_30	x_31	x_32	x_33	x_34	x_35	x_36
0.00	11.87	9.49	9.49	9.90	7.14	10.30	9.33	9.38	10.77	9.49	9.85	7.58	8.37	10.30	11.79	7.48	10.00	7.81	7.14	8.25	9.54	6.93	8.00	8.66	8.49	8.89	8.94	9.27	8.12	8.31	8.31	9.90	7.94	8.66	10.54	
11.87	0.00	7.94	8.83	10.25	19.77	7.14	8.49	7.28	8.89	11.27	10.39	9.80	8.89	9.33	7.35	8.06	8.06	11.83	11.14	11.18	10.10	9.95	9.54	8.94	11.96	7.48	10.15	10.72	10.49	10.49	10.91	11.49	9.17	7.62		
9.49	7.94	0.00	6.71	7.48	8.49	7.62	7.75	9.06	6.86	8.31	9.80	9.27	8.43	6.63	7.67	9.00	8.89	8.00	8.06	8.06	7.07	7.35	8.31	11.22	7.14	9.17	9.06	7.35	7.94	7.42	7.21	9.95	7.14	6.71		
9.49	8.83	6.71	0.00	6.86	8.37	8.43	7.87	7.68	8.89	10.82	8.37	8.94	10.15	8.86	8.83	8.58	6.71	7.75	9.59	8.89	9.59	7.89	8.06	9.59	11.53	8.12	9.43	9.43	7.81	7.21	8.00	7.81	9.38	5.83	7.75	
9.90	10.25	7.48	6.86	0.00	9.11	7.07	8.89	9.27	8.83	10.68	9.75	10.25	9.49	7.21	9.54	8.00	8.25	8.54	9.95	10.49	10.82	7.75	8.25	11.00	11.86	9.64	10.20	10.39	8.37	8.43	8.31	8.49	9.54	8.54	7.68	
7.14	10.77	8.49	8.37	9.11	0.00	8.77	7.75	8.31	8.43	6.86	8.72	7.21	9.33	9.43	10.10	7.55	9.75	7.21	8.49	9.33	9.06	7.28	5.20	8.60	10.15	7.21	6.40	6.86	6.71	6.48	6.78	9.95	7.48	6.00	9.17	
10.30	7.14	7.62	8.49	7.07	8.77	0.00	8.19	7.21	8.83	10.20	9.11	9.64	8.12	8.72	7.81	8.12	8.60	9.95	10.54	10.86	9.75	8.00	7.87	9.55	10.68	7.28	8.49	8.83	9.17	8.89	9.54	10.77	9.64	8.43	7.55	
9.33	8.49	8.43	7.67	8.89	7.75	8.19	0.00	7.55	8.72	8.77	8.72	8.49	8.66	8.89	8.83	7.42	7.00	8.37	9.38	9.64	9.59	8.06	6.24	7.21	9.54	7.75	7.00	8.43	8.19	7.07	7.07	8.54	9.59	8.78	7.62	
9.38	7.28	7.62	7.68	9.27	8.31	7.21	7.55	0.00	8.25	7.87	8.89	8.31	7.48	8.60	7.81	7.21	6.93	9.11	10.25	10.49	8.06	7.21	6.32	9.00	10.49	6.08	8.00	7.35	8.25	7.55	8.69	9.59	8.54	6.71	9.11	
10.77	8.89	7.75	8.89	8.83	8.43	8.83	8.77	8.25	0.00	9.27	8.31	10.15	9.27	10.10	8.89	8.83	7.62	10.44	11.09	11.58	8.31	8.94	8.49	10.91	12.65	8.54	9.49	10.66	9.06	9.85	8.77	8.37	11.08	8.89	8.31	
9.49	11.27	8.06	10.82	10.68	8.89	10.20	8.77	7.87	9.27	0.00	8.66	7.14	9.70	9.38	11.09	9.06	9.30	9.43	9.64	10.22	7.61	8.72	6.48	8.89	10.55	8.06	7.75	7.75	7.28	7.81	10.20	7.94	8.43	10.05		
9.85	10.39	8.66	8.37	9.75	8.72	9.11	8.72	8.89	8.31	8.66	0.00	8.12	10.25	11.62	10.20	7.14	7.00	8.37	10.58	8.77	6.48	6.08	7.81	9.06	10.25	8.49	7.55	8.54	8.54	6.00	7.87	7.81	9.80	8.60	8.49	
7.55	9.80	8.31	8.94	10.25	7.21	8.84	8.49	8.31	10.15	7.14	8.12	0.00	8.89	9.43	10.77	6.24	9.33	9.08	7.35	7.81	6.78	7.94	7.81	6.16	8.06	6.48	6.08	6.86	9.33	7.62	8.72	10.34	8.00	8.60	9.17	
8.37	8.89	9.80	10.15	9.49	9.33	8.12	8.66	7.48	8.27	9.70	10.25	8.89	0.00	9.06	9.85	8.25	9.06	10.25	9.00	10.39	10.05	7.87	8.83	8.89	9.38	8.06	8.60	8.60	10.20	9.43	8.89	10.38	9.75	8.43	9.85	
10.39	9.33	9.27	8.66	7.21	9.43	8.72	8.89	8.80	10.10	9.38	11.62	9.43	9.06	0.00	9.00	8.25	9.17	9.64	9.84	11.66	10.82	6.49	8.00	9.75	12.00	9.75	9.49	9.59	8.25	7.28	8.66	9.70	8.19	8.31	7.42	
11.79	7.35	8.43	8.83	9.54	10.10	7.81	8.63	7.81	8.89	11.09	10.20	10.77	9.85	0.00	0.00	8.43	8.66	11.22	12.06	11.96	10.39	10.25	7.81	8.49	12.45	8.94	10.05	9.33	8.54	8.83	10.38	9.00	10.38	7.87	7.87	
7.48	8.06	8.63	8.58	8.00	7.55	8.12	7.42	7.21	8.63	9.06	7.14	8.24	8.25	6.45	8.49	0.00	6.16	7.14	9.00	9.17	8.31	7.35	6.32	6.56	9.80	7.28	7.07	7.48	8.00	7.14	6.71	7.07	7.42	6.24	7.00	
10.00	8.06	7.87	6.71	8.25	9.75	8.60	7.00	6.99	7.62	9.90	7.00	9.33	8.06	9.17	8.69	6.16	0.00	8.06	10.44	10.49	8.31	8.00	7.21	9.64	11.14	9.00	8.72	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	
7.81	11.83	9.00	7.75	8.54	7.21	9.95	8.37	9.11	10.44	9.43	8.37	9.06	10.25	9.64	11.22	7.14	8.06	0.00	8.12	8.86	8.80	7.81	6.08	10.00	9.85	9.94	8.43	8.89	7.68	6.32	6.78	8.66	6.63	6.16	9.49	
7.14	11.14	8.89	9.59	9.85	8.49	10.54	9.38	10.25	11.09	9.64	10.38	7.35	9.00	9.64	12.08	9.00	10.44	8.12	0.00	5.92	9.06	7.55	8.66	8.12	9.00	8.94	9.22	10.53	8.89	8.00	8.84	10.44	9.27	8.72	9.70	
8.25	11.18	8.00	8.89	10.49	9.33	10.86	9.64	10.49	11.58	10.20	8.77	7.81	10.39	11.66	11.96	9.17	10.49	8.66	5.92	0.00	9.00	8.72	9.49	8.66	9.70	8.31	9.70	9.90	9.17	8.54	9.43	10.39	9.95	9.54	10.54	
9.54	10.10	8.06	9.59	10.82	9.06	9.75	9.59	8.06	8.31	7.81	6.48	6.78	10.95	10.82	10.38	8.31	8.31	8.60	9.06	9.00	0.00	8.43	8.31	9.27	9.22	7.35	7.68	8.54	9.95	8.49	8.59	9.54	8.83	9.17	9.49	
6.93	9.95	7.07	7.68	7.75	7.28	6.00	8.06	7.21	8.94	8.72	8.06	7.94	7.87	8.49	10.25	7.35	8.00	7.81	7.55	8.72	8.43	0.00	6.48	8.66	9.59	8.89	7.07	7.87	7.35	6.71	8.89	8.60	8.43	7.42	7.94	
8.00	8.54	7.35	8.06	8.25	5.20	7.87	6.24	6.32	8.49	6.48	7.81	7.81	8.83	8.00	7.81	6.32	7.21	6.08	8.66	9.49	8.31	6.48	0.00	7.69	8.80	7.55	6.32	6.16	5.10	5.00	5.57	6.00	6.08	4.58	7.55	
8.66	8.84	8.31	9.59	11.00	8.60	9.85	7.21	9.00	10.81	8.89	9.06	6.16	8.89	9.75	9.49	6.59	9.84	10.00	8.12	6.89	9.27	8.66	7.68	0.00	9.00	8.12	7.48	8.43	9.54	7.62	9.17	9.33	9.70	8.37	7.75	
8.49	11.86	11.22	11.53	11.66	10.15	10.69	9.54	10.49	12.55	10.55	10.25	8.06	9.38	12.00	12.49	9.80	11.14	9.65	9.00	9.70	9.22	9.59	9.80	9.00	0.00	9.85	9.06	9.80	11.22	10.34	11.16	12.49	10.54	11.09	10.82	
9.89	7.48	7.14	8.12	9.84	7.21	7.28	7.75	8.08	8.54	8.06	8.49	8.48	8.48	8.08	8.75	8.94	7.28	9.00	8.94	8.84	8.31	7.35	8.89	7.55	8.12	9.85	0.00	7.89	7.42	9.33	8.25	9.17	10.82	9.06	7.75	9.38
8.94	10.15	9.17	9.43	10.20	6.40	8.49	7.00	8.00	9.49	7.75	7.55	8.08	8.60	9.49	10.08	7.07	8.72	8.43	9.22	9.70	7.68	7.07	6.32	7.42	8.06	7.68	0.00	5.10	9.38	6.71	7.81	10.10	7.94	7.81	9.11	
9.27	10.25	9.06	9.43	10.39	5.85	8.83	8.43	7.35	10.86	7.75	8.54	8.86	8.80	9.59	9.33	7.48	9.80	8.89	10.66	9.80	8.54	7.87	6.16	8.43	9.80	7.42	5.10	0.00	8.83	7.00	8.43	11.06	7.00	8.06	9.85	
8.12	10.72	7.35	7.81	8.37	6.71	9.17	8.19	8.25	9.06	7.75	8.54	9.33	10.20	8.25	8.54	8.00	8.37	7.68	8.89	9.17	9.95	7.35	5.10	9.54	11.22	9.33	9.38	8.83	0.00	5.92	6.40	7.87	7.94	7.74	7.81	
8.31	10.49	7.94	7.21	8.43	6.49	8.89	7.07	7.55	9.85	7.75	9.06	7.62	9.43	7.28	8.83	7.14	8.19	6.39	8.00	8.54	8.49	6.71	5.00	7.62	10.34	8.25	6.71	7.00	5.92	0.00	6.78	7.55	6.78	5.29	8.37	
8.00	10.91	7.42	8.00	8.31	6.78	9.54	7.07	8.86	8.77	7.81	7.87	8.72	8.89	8.66	10.39	6.71	7.14	6.78	8.94	9.49	9.69	6.66	5.57	9.17	11.18	9.17	7.81	8.43	6.40	6.78	0.00	7.00	7.21	6.00	8.49	
9.80	10.91	7.21	7.81	8.49	9.85	10.77	8.54	9.59	8.37	10.20	7.81	10.34	10.39	9.70	8.00	7.07	7.78	8.66	10.44	10.39	9.54	8.60	8.00	8.33	12.49	10.82	10.10	11.05	7.87	7.55	7.00	0.00	10.25	7.42	8.43	
7.84	11.49	9.95	9.38	9.54	7.49	9.64	9.59	8.54	11.09	7.94	8.60	8.00	8.75	8.19	10.39	7.42	9.22	6.63	9.27	9.95	8.83	8.43	6.08	9.70	10.54	9.60	7.94	7.00	7.94	6.78	7.21	10.25	0.00	7.48	10.00	
8.66	9.17	7.14	5.83	8.54	6.00	8.43	6.78	6.71	8.89	8.43	8.60	8.60	9.43	8.31	7.87	6.24	7.14	6.16	8.72	9.54	9.17	7.42	4.58	8.37	11.09	7.75	7.81	8.08	5.74	5.29	6.00	7.42	7.48	0.00	7.87	
10.54	7.62	6.71	7.75	7.68	9.17	7.55	7.62	9.11	8.31	10.05	8.49	9.17	9.95	7.42	7.																					

Aunque se hayan obtenido 5 grupos cortando a la mitad de las distancias euclídeas, por motivos de mercado se establecerán 4 grupos, pues el cuarto y el quinto grupo están muy cercanos y coinciden dos encuestados de los mismos nodos en los dos grupos. por lo que son opiniones cercanas y nodos con patrones similares.

En el apartado de resultados se analizarán los grupos con un análisis completo con el resto de constataciones empíricas, que a priori se anticipan como interesantes.

5.3.3.2. ANÁLISIS FACTORIAL

Cuando existe un número grande de variables cuantitativas, como es el caso de este estudio, se utiliza el análisis factorial para reducir el número de variables, mediante su representación en un espacio de pequeña dimensión, denominado espacio factorial. Si se consiguen hacer subconjuntos de variables que estén muy cercanas entre sí, se conseguirán hacer los factores, que son un conjunto de variables explicativas no directamente observables que representan a un subconjunto de variables.

Aunque en el caso no se plantea un problema de sobreparametrización, puede interesar la agrupación de variables, para estudiar sus similitudes. Para cualquier análisis de variables y en particular para el presente, es necesaria la tabla de correlaciones, que de ser nulas evitarían la formación de factoriales.

Definición: NF-56 (Resis.sta)																												
2	VAR0	VAR1	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR	NEWVAR
0.05	-0.11	-0.34	-0.17	-0.20	-0.35	-0.02	-0.25	-0.05	-0.02	0.05	-0.38	-0.01	0.18	0.36	0.06	0.12	-0.11	0.00	0.01	0.14	-0.11	0.04	0.30	0.05	0.06	0.06	-0.22	
1.00	0.02	-0.13	-0.04	-0.17	-0.07	0.01	-0.05	0.13	0.01	-0.07	0.05	0.01	0.12	0.11	0.05	-0.12	0.00	0.10	0.07	0.33	-0.07	-0.12	0.12	0.07	-0.01	0.15	0.15	
0.02	1.00	0.42	-0.02	0.02	-0.12	-0.44	0.17	0.33	0.29	0.18	-0.05	0.01	0.15	0.05	0.14	0.00	-0.21	0.05	-0.04	-0.07	0.00	0.04	0.09	-0.08	0.09	0.06	0.06	
-0.13	0.42	1.00	0.20	0.22	0.18	-0.09	0.02	-0.02	0.00	-0.08	0.16	0.21	0.08	0.28	-0.17	0.24	0.13	-0.04	-0.27	-0.37	0.34	0.04	-0.05	-0.17	-0.06	-0.23	0.00	
-0.04	-0.02	0.20	1.00	0.40	0.27	0.12	0.05	-0.05	-0.18	-0.08	0.00	0.18	0.06	0.25	0.02	0.39	0.34	0.22	-0.26	-0.23	-0.05	0.17	0.06	0.07	0.16	0.00	0.00	
-0.17	0.02	0.22	0.40	1.00	0.07	0.01	-0.20	-0.40	-0.08	-0.02	-0.12	-0.14	0.27	0.16	-0.12	0.49	-0.14	0.13	-0.24	-0.28	0.02	-0.01	-0.08	-0.21	-0.08	0.08	0.00	
-0.07	-0.12	0.18	0.27	0.07	1.00	0.58	-0.15	-0.05	-0.12	-0.06	0.43	0.18	0.16	-0.05	0.04	-0.14	0.26	0.16	-0.02	-0.04	0.00	0.06	-0.21	0.25	0.15	0.30	0.00	
0.01	-0.44	-0.09	0.12	0.01	0.58	1.00	-0.01	-0.08	-0.34	-0.10	0.24	0.15	0.13	0.10	0.04	-0.28	0.28	0.14	0.16	0.19	-0.12	0.08	-0.01	0.45	0.16	0.35	0.00	
-0.05	0.17	0.02	0.06	-0.20	-0.15	-0.01	1.00	0.37	0.27	0.38	0.05	0.06	-0.38	-0.34	0.07	-0.20	0.21	0.09	-0.09	0.24	0.13	0.20	0.30	0.18	0.19	0.28	0.00	
0.13	0.33	-0.02	-0.05	-0.40	-0.05	-0.08	0.37	1.00	0.56	0.43	0.20	0.04	-0.13	-0.16	0.34	-0.30	0.02	-0.04	0.26	0.23	-0.10	0.14	0.42	0.31	0.24	0.37	0.00	
0.01	0.29	0.00	-0.18	-0.03	-0.12	-0.34	0.27	0.56	1.00	0.57	0.00	-0.22	-0.04	-0.36	0.05	0.02	-0.15	0.08	0.24	0.10	-0.07	-0.04	0.33	-0.05	0.14	0.28	0.00	
-0.07	0.18	-0.09	-0.08	-0.02	-0.06	-0.10	0.36	0.42	0.57	1.00	0.26	0.04	-0.25	-0.08	-0.01	-0.02	-0.28	-0.05	0.27	0.14	-0.25	0.26	0.22	0.21	0.21	0.45	0.00	
0.05	-0.06	0.16	0.00	-0.12	0.43	0.24	0.05	0.20	0.00	0.25	1.00	0.23	0.12	-0.01	-0.06	-0.41	-0.11	-0.04	0.18	0.15	0.01	0.10	-0.31	0.11	-0.22	0.09	0.00	
0.01	0.01	0.21	0.16	-0.14	0.18	0.15	0.06	0.04	-0.22	0.04	0.23	1.00	0.02	0.36	0.00	0.00	0.07	0.12	-0.22	-0.24	0.21	-0.15	0.02	0.17	0.02	0.12	0.00	
0.12	0.15	0.08	0.08	0.27	0.16	0.13	-0.38	-0.13	-0.04	-0.25	0.12	0.02	1.00	0.38	0.01	-0.02	-0.14	0.06	0.16	0.14	-0.02	-0.06	0.13	0.04	-0.06	0.10	0.00	
0.11	0.05	0.23	0.25	0.16	-0.05	0.10	-0.34	-0.18	-0.38	-0.08	-0.01	0.36	0.38	1.00	-0.06	0.37	-0.13	0.00	-0.05	0.00	-0.16	-0.06	0.12	0.02	-0.06	-0.14	0.00	
0.06	0.14	-0.17	0.02	-0.12	0.04	0.04	0.07	0.34	0.05	-0.01	-0.05	0.00	0.01	-0.05	1.00	-0.12	0.12	0.06	-0.02	0.02	-0.14	0.02	0.12	-0.13	-0.16	0.09	0.00	
-0.12	0.00	0.24	0.39	0.49	-0.14	-0.29	-0.20	-0.30	0.02	-0.02	-0.41	0.00	-0.02	0.37	-0.12	1.00	0.00	0.08	-0.41	-0.38	0.04	-0.02	0.02	-0.33	-0.05	-0.35	0.00	
0.00	-0.21	0.13	0.34	-0.14	0.26	0.28	0.21	0.02	-0.15	-0.28	-0.11	0.07	-0.14	-0.13	0.12	0.00	1.00	0.26	-0.11	-0.10	0.11	0.06	-0.06	-0.06	0.29	-0.08	0.00	
0.10	0.05	-0.04	0.22	0.13	0.18	0.14	0.05	-0.04	0.08	-0.05	-0.04	0.12	0.05	0.00	0.06	0.06	0.26	1.00	-0.10	-0.09	-0.08	-0.24	-0.29	0.06	0.01	0.01	0.00	
0.07	-0.04	-0.27	-0.26	-0.24	-0.02	0.16	0.21	0.25	0.24	0.27	0.18	-0.22	0.16	-0.05	-0.02	-0.41	-0.11	-0.10	1.00	0.88	-0.27	0.38	0.25	0.42	0.33	0.33	0.00	
0.33	-0.07	-0.37	-0.23	-0.29	-0.04	0.19	0.08	0.23	0.10	0.14	0.15	-0.24	0.14	0.00	0.02	-0.39	-0.10	-0.09	0.88	1.00	-0.23	0.42	0.16	0.35	0.33	0.25	0.00	
-0.07	0.00	0.34	-0.05	0.02	0.00	-0.12	-0.08	-0.10	-0.07	-0.25	0.01	0.21	-0.02	-0.16	-0.14	0.04	0.11	-0.03	-0.27	-0.23	1.00	0.14	-0.23	-0.21	-0.11	-0.14	0.00	
-0.12	0.04	0.04	0.17	-0.01	0.06	0.09	0.24	0.14	-0.04	0.26	0.10	-0.15	-0.08	-0.06	0.02	-0.02	0.05	-0.24	0.38	0.42	0.14	1.00	0.07	0.29	0.17	0.16	0.00	
0.12	0.09	-0.05	0.06	-0.03	-0.21	-0.01	0.13	0.42	0.33	0.22	-0.31	0.02	0.12	0.12	0.02	-0.06	-0.29	0.25	0.16	-0.26	0.07	1.00	0.43	0.34	0.32	0.00	0.00	
0.07	-0.08	-0.17	0.07	-0.21	0.25	0.45	0.20	0.31	-0.05	0.21	0.11	0.17	0.04	0.07	-0.13	-0.33	-0.08	0.05	0.42	0.35	-0.21	0.29	0.43	1.00	0.46	0.58	0.00	
-0.01	0.09	-0.06	0.18	-0.08	0.15	0.16	0.30	0.24	0.14	0.21	-0.22	0.02	-0.03	-0.03	-0.16	-0.05	0.29	0.01	0.33	0.33	-0.11	0.17	0.34	0.45	1.00	0.45	0.00	
0.15	0.06	-0.23	0.00	0.03	0.30	0.35	0.19	0.37	0.28	0.43	0.08	0.12	0.10	-0.14	0.08	-0.35	-0.03	0.01	0.33	0.25	-0.14	0.16	0.32	0.38	0.45	1.00	0.00	

Tabla 5.4 - Correlaciones

Se comprueba que las correlaciones son bajas, no existe más que en un caso que supere el 50% (el 58%). Será bueno para determinados análisis.

A partir de este paso, se procede a la realización del cálculo de análisis factorial del método de componentes principales, realizando una rotación ortogonal varimax, con el objetivo de minimizar el número de variables con saturaciones altas en un factor. Al tener que elegir el número de factores, se eligen 2 y 5 por motivos de lógica deductiva del modelo final, obteniendo los resultados que se adjuntan en la Tabla 5.5 - Resultado de factoriales por componentes principales con rotación ortogonal varimax.

Factor Loadings (Varimax normalized) (tesis.sta)			Factor Loadings (Varimax normalized) (tesis.sta)					
Extraction: Principal components			Extraction: Principal components					
(Marked loadings are > .700000)			(Marked loadings are > .700000)					
	Factor	Factor		Factor	Factor	Factor	Factor	Factor
	1	2		1	2	3	4	5
VAR1	-0.006869107	-0.26319689	VAR1	-0.11535	-0.20796	0.103627	0.285622	-0.65515
VAR2	0.179540775	-0.00728138	VAR2	-0.02681	-0.24489	0.144143	0.150977	-0.03692
VAR3	0.03270646	-0.38096776	VAR3	0.707925	0.127632	-0.02138	0.068393	0.065154
VAR4	-0.342502715	0.13733578	VAR4	0.331718	0.504104	-0.22638	0.175986	0.370865
VAR5	-0.175686305	0.436628883	VAR5	-0.1274	0.734905	0.215882	0.125611	0.042267
VAR6	-0.40234253	0.150220631	VAR6	0.081119	0.497895	-0.12673	0.374775	-0.03144
VAR7	0.13512973	0.755143805	VAR7	-0.30988	0.24366	0.254118	0.095503	0.669658
VAR8	0.301505474	0.769411963	VAR8	-0.60487	0.03054	0.457722	0.117868	0.365791
VAR9	0.434533163	-0.15846729	VAR9	0.249816	0.107813	0.326232	-0.63193	0.076285
VAR10	0.625925475	-0.29463206	VAR10	0.525959	-0.13983	0.460109	-0.32417	0.105244
NFWVAR11	0.367542831	-0.56174808	NEWVAR11	0.702147	-0.09087	0.190068	-0.28082	-0.08088
NLWVAR12	0.50597681	-0.32171882	NEWVAR12	0.585594	-0.08443	0.391232	-0.15875	0.055088
NFWVAR13	0.237009112	0.366467464	NEWVAR13	0.083386	-0.24399	0.034266	0.114413	0.820635
NFWVAR14	-0.059552434	0.366888932	NEWVAR14	-0.02167	0.305738	0.091301	0.199611	0.316615
NFWVAR15	-0.035590131	0.229243459	NEWVAR15	0.016358	-0.06475	0.115695	0.722685	0.090426
NFWVAR16	-0.229018226	0.228633664	NEWVAR16	-0.04825	0.202425	0.090847	0.776489	-0.15275
NFWVAR17	0.11865988	-0.10079709	NEWVAR17	0.055297	-0.04936	0.067609	-0.15796	-0.04702
NFWVAR18	-0.573248087	-0.12751431	NEWVAR18	0.110949	0.604992	-0.24756	0.248753	-0.43742
NFWVAR19	-0.01357901	0.409903975	NEWVAR19	-0.46069	0.435579	0.1603	-0.4241	0.043163
NFWVAR20	-0.082277306	0.257783512	NEWVAR20	-0.17462	0.297497	0.050052	-0.07119	0.086787
NFWVAR21	0.754433598	-0.0560021	NEWVAR21	0.070243	-0.56934	0.58816	0.003656	0.03514
NFWVAR22	0.696203342	-0.01938354	NEWVAR22	-0.07153	-0.62992	0.542277	0.056282	-0.03354
NFWVAR23	-0.315073658	0.064217127	NEWVAR23	-0.00891	0.163449	-0.35781	-0.1056	0.222643
NFWVAR24	0.373121923	0.056926816	NEWVAR24	0.054034	-0.04371	0.372533	-0.09502	0.056852
NFWVAR25	0.427594424	-0.26091731	NEWVAR25	0.312038	0.032948	0.569918	0.110322	-0.42862
NFWVAR26	0.688644215	0.345362565	NEWVAR26	-0.11063	-0.07453	0.792552	0.054269	0.128967
NFWVAR27	0.521582923	0.132151911	NEWVAR27	-0.01048	0.212134	0.703284	-0.173	-0.15407
NFWVAR28	0.689014307	0.209360445	NEWVAR28	0.143315	-0.03597	0.712541	-0.0542	0.249947
Expl.Var	4.583573845	3.033905867	Expl.Var	2.696326	2.915846	3.914573	2.449002	2.533726
Prp.Totl	0.163699066	0.108353781	Prp.Totl	0.096297	0.104137	0.139806	0.087464	0.09049

Tabla 5.5 - Resultado de factoriales por componentes principales con rotación ortogonal varimax

Obteniéndose los valores de Eigen, Eigenvalues, o parte de variabilidad explicada por un factor que viene dado por su autovalor, que se adjuntan en la Tabla 5.6 - Valores de Eigen.

Eigenvalues (tesis.sta)

Extraction: Principal components

	Eigenval	% total Variance	Cumul. Eigenval	Cumul. %
1	4.600143	16.42908	4.600143	16.42908
2	3.017337	10.7762	7.61748	27.20528
3	2.590695	9.252482	10.20817	36.45777
4	2.375093	8.482476	12.58327	44.94024
5	1.926205	6.879305	14.50947	51.81955

Tabla 5.6 - Valores de Eigen

Tras el análisis de los factores obtenidos, se decide al abandono de este tipo de análisis, puesto que los resultados obtenidos no son significativos en su explicación. El motivo es por la escala de medición, que al ser igual en todos los casos y con una escala de 1 a 5, es fácil que el azar influya en la presentación de factoriales no válidos.

Por otro lado, la dispersión de los contenidos de las variables utilizadas tampoco hace lógica la reducción factorial. Por último, el no depender de ninguna estimación posterior, hace que podamos evitar este análisis, utilizando todas las variables, que explicarán mejor los resultados del trabajo.

**PARTE CUARTA: PRESENTACION DE LOS
RESULTADOS DEL ESTUDIO EMPIRICO Y
CONTRASTACION DE LAS HIPOTESIS**

CAPÍTULO 6 - PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

6.1. CUESTIONES PRELIMINARES

En este apartado se incorporan los resultados obtenidos en las distintas partes del análisis empírico, relacionándose con aspectos teóricos para poder realizar la contrastación de las hipótesis de partida, cumpliendo con los objetivos generales del trabajo.

Para ello, se establecerán las relaciones entre las distintas partes tratadas en el estudio:

1. Contenidos teóricos sobre alianzas y acuerdos de cooperación, en los que se han analizado sus objetivos básicos, relacionándolos con los nodos neutros. Se han establecido, a partir de aquí, la fundamentación teórica sobre los ejes de los costes de transacción; enfoque de organización con los aspectos principales de estructura y aprendizaje organizativo; y el enfoque de los capitales intangibles, como evolución entre otras de las teorías sobre competencias, recursos y capacidades, cuya aplicación más importante se ha comprobado en el capital relacional en su componente de capital negocio, aunque son las implicaciones de capital social. Y, por las características de los nodos neutros y el aprendizaje organizativo, la influencia sobre el capital tecnológico.
2. Contenidos teóricos sobre telecomunicaciones y nodos neutros, que sitúa este tipo de organizaciones y su interdependencia con la tecnología, determinando su posible futuro estratégico en relación al crecimiento en los valores añadidos al subir en la pila OSI. Su crecimiento e influencia se sitúa, pues, en la asunción por estas organizaciones de una diversificación por integración vertical basada en la jerarquía de la pila OSI, sumada a la incorporación de modelos de gestión de institución neutral con sistemas de relación entre los miembros, de arbitraje, de fijación de precios y *clearing*.

3. Análisis de los estudios empíricos basados en el estudio competitivo reducido con estudios de campo, análisis de encuestas en profundidad y análisis mediante una encuesta y su proceso estadístico descriptivo y multivariante, con la consecución en 4 grupos principales a estudio, que caracterizan este tipo de instituciones en Europa. Dichos resultados se testan con otros obtenidos de otras zonas del mundo, para reforzar los resultados.

Recordemos las **Hipótesis de partida**:

TESIS:

El modelo organizativo de los nodos neutros en un modelo de cooperación empresarial de tipo horizontal, que está determinado en su crecimiento y futuro de negocio a la diversificación por integración vertical dentro del modelo tecnológico OSI, y a la estructuración organizativa en torno a la generación de capital intangible y, en especial, al capital relacional; rompiendo su esquema básico basado en los costes de transacción.

Para poderse demostrar, habrá que dividir la tesis en un conjunto de hipótesis:

HIPÓTESIS 1:

Los nodos neutros están condicionados por la tecnología, dentro la denominada Pila OSI y Protocol Stack.

HIPÓTESIS 2:

Existe una diversificación por integración vertical ascendiendo en capas por la pila OSI, rompiendo el problema de existencia por los costes de transacción.

HIPÓTESIS 3:

Las oportunidades de desarrollo organizativo y de negocio están relacionadas con principios de administración de empresas, sobre todo mediante la generación de capitales intangibles.

HIPÓTESIS 4:

Existen distintos modelos de cooperación para los nodos neutros, existiendo diferencias por tamaño y sistemas de gestión.

HIPÓTESIS 5:

Los nodos neutros son modelos organizativos basados en múltiples capas de alianzas, es decir, es básicamente un modelo de cooperación horizontal entre competidores, pero tiene una estructuración vertical con instituciones y otras organizaciones estatales, de tecnología, internacionales y otros nodos neutros. Existiendo distintos tipos de cooperación entre los miembros e instituciones, muchas de ellas asimétricas.

HIPÓTESIS 6:

Los nodos neutros son organizaciones independientes dentro de un modelo en red global, que genera una red de relación social y tecnológico.

6.2. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EMPÍRICOS

Se presentan, a continuación, los resultados empíricos de los nodos neutros, atendiendo a los análisis realizados. Inicialmente sin atender a los distintos grupos encontrados, para contrastarlo en la tipología según los grupos encontrados.

6.2.1. RESULTADOS SOBRE LA TIPIFICACIÓN Y CONTRASTACIÓN DE LOS NODOS NEUTROS

Los primeros resultados que han de describirse son los de la tipificación de los nodos neutros, es decir, mostrar el tamaño, el presupuesto y otras variables que los tipifiquen.

Los nodos neutros, en su tipificación en Europa, son según sus variables de la forma:

1. En cuanto a presupuesto: el 70% de los nodos neutros subsisten en teoría con menos de 1 millón de Euros, frente a menos del 3% que lo hacen con más de 3 millones de Euros, dejando el 28% entre 1 y 3 millones de Euros. Por tanto, son organizaciones a las que se les aplica poco presupuesto para gastos generales del nodo, a pesar de mantener una muy

costosa infraestructura y representar un valor estratégico, incluso nacional, tal y como se ha constatado en apartados anteriores del estudio. Revisando el por qué de este bajo presupuesto, se ha constatado en las listas de discusión de los nodos la enorme sensibilidad que tienen los costes para los miembros de los nodos, por lo que tratamos esta cuestión y los costes de transacción más adelante. Se anticipa, no obstante que los motivos son los propios de una alianza de tipo horizontal, en la cual los aliados o cooperantes son competidores, por lo que la relación económica es difícil. Esto mismo se ha establecido en la teoría en las relaciones y en el capital relacional, anticipando uno de los objetivos y el contraste de una de las hipótesis de partida.

2. Respecto al número de empleados directamente contratados a tiempo completo, o sumando tiempos parciales en jornadas completas, constatamos en los estadísticos descriptivos y en el análisis competitivo que algo más del 61% de los nodos neutros no tienen más de 3 empleados, entre 4 y 10 empleados algo menos del 17% y algo más del 22% más de 10 empleados. Esta cifra vuelve a ser poco significativa, por las subcontrataciones existentes y los recursos empleados por los miembros. No obstante, vislumbra cómo existen fuertes diferencias entre el papel institucional de los nodos, que se trasladará en su tipología. Se refrendan estos resultados mundialmente en el análisis competitivo.
3. Teniendo en cuenta su estructura jurídica, el 50% lo constituyen asociaciones sin ánimo de lucro, que sumadas al 16% de universidades y centros de investigación relacionados, muestra cómo el desarrollo de este tipo de instituciones en Europa se ha vinculado a la no obtención de beneficios, sino a la necesidad de colaboración, la reducción de los costes de transacción y a la evolución comercial de la Internet desde las universidades – como caso particular español, la Red Iris de las universidades, es un miembro fundador del nodo más importante de España, el

Espanix -. El resto de los nodos pertenecen a compañías monopolísticas nacionales - como es el caso francés con France Telecom -, o a sociedades independientes como nodo neutro sin relación con empresas de telecomunicaciones, del cual es representante referente mundial el de Londres, el LINX. Europa representa fielmente lo que sucede con el resto del mundo en su tipificación, a excepción de EEUU, que por la evolución de los NAP -de origen originariamente militar y después universitario-, a ser parte imprescindible de la Internet comercial, fue traspasado mediante una venta de los más nodos o NAP más importantes a la empresa MCI.

4. Respecto a los requisitos de entrada a los miembros, la respuesta es central en todos, es decir, consideran que son relativamente flexibles a la entrada de nuevos miembros a formar parte de los nodos. Esto se refiere a lo expuesto en el trabajo referente a que cuanto más tarde se entra en un nodo, más se aprovecha el miembro nuevo de las infraestructuras, el capital tecnológico y el capital relacional del nodo. Es decir, que la tecnología está puesta – lo más caro es la puesta en marcha y el mantenimiento de la tecnología, más que la adquisición de los equipos y del software -, y el valor de ser el test de infraestructuras que casi no existen, constituye verdaderamente una herencia de capital tecnológico, al que se le une la importancia del aprendizaje organizativo sobre la tecnología. También afecta en los temas relacionales, respecto al modelo organizativo en funcionamiento, economías de ámbito por relaciones con terceros, Capital Relacional y marca, Capital Social y red social, y los conceptos de evolución, coevolución y organización en red o network – como se expone en la argumentación teórica.

Respecto a si se ha flexibilizado o endurecido la entrada a nuevos miembros, se comprueba que se ha flexibilizado la entrada, a pesar de crecer en intangibles y tangibles. El motivo se encuentra en la situación del sector pues entre 2001 y 2003

se ha producido una fuerte crisis sectorial, que ha redundado en la desaparición de miembros, adquisición a muy bajo precio de otros, y a la necesidad de incorporar miembros para reducir los costes del nodo, más allá de sus ventajas como organización y lobby.

5. Respecto a la influencia de la regulación y del Estado, destaca la poca importancia que le dan a la regulación de los Estados, teniendo en cuenta la importancia que tienen para los Estados los Nodos Neutros. El motivo se encuentra en que son los Nodos Neutros los que influyen directamente sobre los Estados en la normativa, pues una de sus funciones está en la regulación del sector, tecnológicamente, estableciendo los estándares – por ejemplo ahora destaca su influencia dentro de RIPE para la adaptación a la IPV6 -, y estableciendo la regulación sobre la base tecnológica de los estándares.

Respecto al problema de los impuestos, no son sensibles a los mismos por la poca importancia de sus presupuestos, no siendo uno de los motivos de la deslocalización de los nodos. Si se analiza la facilidad de esta deslocalización es un tema a tener en cuenta. A los nodos más importantes sí les sensibiliza una de las grandes amenazas de los nodos: el incumplimiento generalizado por los mismos de las normas respecto a las asociaciones, que esconden actividad mercantil; y a la no legalidad de netear, compensar o hacer trueque, sin existir correspondencia financiera y fiscal, sobre todo en relaciones asimétricas por motivos nacionales e internacionales, de los acuerdos de *peering* –intercambio de servicios sin cobro por las partes y con asimetrías de tráfico-.

No obstante, comprobaremos cómo estas cuestiones sí influyen de forma decisiva en los nodos más institucionalistas, independientes y autónomos.

Una vez comprobada la tipificación, se realiza la exposición sobre la clasificación de los nodos. Para ello, se derivan los resultados del análisis multivariante de los nodos,

del análisis cluster, del que resultan 5 grupos de clasificación, aunque por la cercanía de 2, se han reducido a 4.

Cabe resaltar la fuerte relación entre lo establecido en el mercado y los resultados de esta metodología de clasificación, pues han resultado unos grupos que tienen una fuerte caracterización en el mercado. Los grupos obtenidos son:

1. El primer grupo lo conforman nodos intermedios poco representativos; que tienen flexibilidad para la entrada de nuevos miembros; que admiten sistemas autónomos no relacionados con telcos importantes, normalmente ISP pequeños o empresas con redes medianas; que tienen poco presupuesto, son independientes y buscan acuerdos de colaboración fuertes. Existe un comportamiento relativamente altruista y emprendedor. También lo integran algunos de economías europeas menos fuertes.
2. El segundo grupo lo forman miembros muy fuertes, normalmente relacionados con alguna empresa relacionada con las telecomunicaciones, telco y/o no telco, cuya vocación es de negocio y suelen constituirse como sociedades mercantiles. Son nodos fuertes, agresivos y estratégicos para las empresas relacionadas. Tienen cuotas bajas y flexibilidad de entrada, para poder cruzar otros productos, y fuertes relaciones con otros nodos y telcos.
3. El tercer grupo lo forman nodos muy pequeños, "de garaje", de economías poco fuertes o nodos de tercer orden dentro de un país. Están casi siempre al límite de la desaparición, existe fuerte altruismo, muy bajo presupuesto y muy poca infraestructura. Tienen flexibilidad plena para la entrada de miembros, sin cuotas y sin casi costes, en búsqueda permanente de financiadores. No son el centro del estudio, pero se hacía necesaria su clasificación y caracterización. No tienen casi tráfico.

4. El cuarto grupo lo forman los nodos más institucionalistas, neutros e independientes respecto a las empresas de telecomunicaciones, cuyos miembros suelen ser empresas medianas y grandes del sector, con fuertes lazos con las administraciones. La entrada es selectiva y cara, las infraestructuras grandes y constituye el eje inicial de estudio del trabajo. Mueven la mayor parte del tráfico en *peering*, normalmente son asociaciones grandes con conversión a sociedades mercantiles por problemas legales y fiscales, y tienen fuerte influencia en la estandarización tecnológica. Los primeros países europeos tienen un nodo de estas características, matizando que aquéllos países donde los monopolios estatales subsisten de facto, los nodos están íntimamente relacionados con la empresa de telecomunicaciones local – hay que destacar que en España no existe esta circunstancia-.

Estos grupos serán analizados en el resto de las conclusiones y a la hora de contrastar las hipótesis de partida, quedando contrastada la hipótesis 5, y quedando pendiente la justificación de las diferencias entre los grupos en sus planteamientos respecto al resto de las hipótesis de partida.

6.2.2. RESULTADOS REFERIDOS A LOS COSTES DE TRANSACCIÓN

La tesis y la Hipótesis 3, tratan sobre el problema de los costes de transacción. Este tipo de organizaciones, como se ha apuntado anteriormente, son sistemas de cooperación que se basan en la intermediación de tráfico, en el mantenimiento de una infraestructura y en la gestión óptima de los recursos, que junto con el aprendizaje organizativo reduce de forma fuerte los costes de transacción.

No obstante, al tratarse de relaciones asimétricas – entre grandes y pequeños, mucho tráfico con poco tráfico, redes anunciadas grandes y determinantes de negocio con redes pequeñas no determinantes-, se producen problemas de asignación real de costes. Si se le suma lo expuesto de que son sistemas de cooperación básicamente de tipo horizontal, esto es, de relación entre competidores, hace que sean organizaciones con muchos problemas al respecto.

De hecho, las mayores suspicacias y problemas se encuentran con el cobro de tarifas y cuotas de entrada. Las grandes empresas deberían pagar más por su importancia sobre la dimensión total del nodo pero, a su vez, sin anunciar sus redes serían monopolísticas en el mercado. Por tanto, el problema de los costes de transacción es un problema no resuelto y, si bien hay una mejora de competitividad general de los miembros por la reducción de costes e inversión en infraestructura, existe una casi imposible repercusión final de los mismos por consumo, por lo que se utilizan sistemas intermedios de tarificación, por entrada y por consumo. Los costes de transacción son los temas más importantes actualmente para los miembros, junto a la necesidad de relación con el nodo y con el resto de miembros.

Este hecho se constata en los resultados de las encuestas, al ver que el prácticamente el 50% de los nodos cobran cuota de entrada, justificada en el apartado anterior, y el 50% cobran adicionalmente o sólo por el número de conexiones al nodo o por velocidad de conexión –normalmente asimilado a circuitos-, no existiendo muchos que cobren por tráfico (aproximadamente el 30%).

Si se trabajan estas cifras por los grupos obtenidos, el más importante, el grupo 4 o institucionalistas cobran por la entrada y por las conexiones y velocidad. Mientras que el grupo 2 o de nodos importantes relacionados a telcos, no cobran cuota de entrada, puesto que son nodos que se basan sobre todo en la venta de servicios telco, como circuitos, velocidad o tráfico. El cobrar por el tráfico sólo lo hace un nodo, famoso por lo caro de todos sus servicios, aunque es el más importante de Europa.

Los grupos 1 y 3, venden lo que pueden, cobran pocos de ellos cuota de entrada y se pueden negociar todas las tarifas, no existiendo una relación tan transparente en cuotas y tarifas.

Por los resultados obtenidos en los capítulos del trabajo se contrasta la hipótesis referida a los costes de transacción y los efectos derivados sobre capital relacional y reducción por aprendizaje organizativo. Contrastando parcialmente, por tanto, la tesis y la Hipótesis 2, complementando la hipótesis 4.

6.2.3. RELACIÓN DE LOS MIEMBROS CON EL NODO

La relación de los socios con los nodos neutros es una necesidad imperiosa, como se deduce de todo lo expuesto en el trabajo, constituyendo una parte importante del capital relacional, capital negocio y capital social de la cooperación.

No existen diferencias entre los grupos sobre la necesidad de relacionarse o vincularse de forma fuerte con los miembros, considerados en unos casos más como clientes – es el caso de todos los grupos menos el 4-, y en los nodos institucionalistas más como aliados, perfilando aún más el contraste de la hipótesis 4.

Es unánime y muy importante, también, la necesidad de cuidar por la relación con los miembros, aunque es media la opinión sobre si el nodo debe influir entre las relaciones con los miembros, cuestión que habrá que perfilar más adelante. Es en esta cuestión donde sí hay diferencias, considerándolo más importante en el grupo 4 que en el resto de los nodos, cuestión que cuadra respecto a su comportamiento más cercano a la generación de una institución neutral, más que una unidad de negocio de telco.

6.2.4. RELACIÓN ENTRE LOS MIEMBROS: SISTEMAS DE CONTRATACIÓN DE PEERINGS Y GRADO DE RIVALIDAD

Los contratos de *peering* son los que determinan el libre anuncio de la red entre los socios, es decir, que compartan los recursos de ambas redes en cuando a información y tráfico entre las mismas. El contrato de tránsito es la capacidad de volumen de datos de conexión a la red de Internet. Los nodos neutros tienen, como primera prioridad, establecer la conexión entre las redes, esto es, la realización de los contratos de *peering*, para que las redes se vean.

Este sistema de relación puede estar más desarrollado o menos, y es la primera cuestión que hemos de concluir. Sólo el 22% de los nodos tiene un sistema establecido de relación para la consolidación de *peering*, frente a un 33% que lo hace de forma esporádica y un 45% que no lo hacen y deciden dejarlo en manos de los miembros. Esto es, una vez más, diferente en los distintos grupos, pues los nodos más profesionalizados y grandes sí realizan este esfuerzo, frente a los pequeños que no hacen nada. En este caso, es cuestión de tamaño, por lo que los nodos de los grupos 2 y 4 son los más activos en esta función, siéndolo más los del grupo 4, que lo consideran parte institucional.

A pesar de ello, una vez expuesto este punto en la encuesta, pequeños nodos se han puesto en contacto para encontrar las mejores prácticas al respecto. Estas prácticas, normalmente se realizan mediante actos formales e informales, sumados a la intervención directa de los responsables de los nodos. Como ejemplo de la actividad

informal que rodea estos eventos, se ha puesto de moda el *beer to peer*, es decir, cerveza para llegar a los *peerings*.

En cuanto al por qué piensan los nodos que se producen los acuerdos internos entre los miembros, se ha analizado desde distintos puntos de vista.

1. Por una buena relación, ha tenido un valor central y alta desviación típica, así como moda y mediana centrales, lo que explica que sí es un motivo pero no el fundamental.
2. Sobre si tener otros acuerdos anteriores influye o no, la respuesta es no determinante tampoco, rompiendo la teoría y los estudios empíricos de la materia, sobre que las alianzas sobre todo se producen por acumulación. Extraña ver que se repite el mismo argumento si las empresas relacionadas tienen otros acuerdos en otros países, reforzando la idea de que las unidades de negocio son distintas en los distintos países. No obstante, los datos son centrales y la variación en la respuesta es alta, a excepción de los nodos más grandes, que parecen tener estas cuestiones más claras.
3. Sobre si influye el tamaño o la importancia del miembro u operador, la respuesta ha sido determinante en los nodos más grandes frente a los pequeños, no existiendo comportamientos distintos en los grupos, sino considerando que es cuestión de tamaño. Esto refrenda los estudios sobre alianzas, cooperación y tamaño, en lo que se determina que las empresas más grandes y profesionales son las que más colaboran y más éxito en las alianzas y acuerdos de cooperación.
4. Acerca de los intereses de los miembros, si van más allá de los acuerdos de redes, entienden los encuestados que la aparición en el nodo es más por motivos técnicos que por los de otra índole, corroborando lo anteriormente expuesto sobre los costes de transacción.

5. El quinto punto, sobre el grado de rivalidad respecto al grado de cooperación, se admite en todos los nodos grandes que la rivalidad es muy alta, con la valoración máxima, que choca junto al resultado también obtenido de que el grado de cooperación es muy elevado. Este resultado da la razón a los estudios sobre la rivalidad en las alianzas de tipo horizontal y justifica el papel de este tipo de organizaciones para la cooperación, como se desprende del estudio de los *cluster* – en este caso se refiere al tipo de alianzas mediante *cluster*, no al análisis multivariante -.

Si tenemos en cuenta el enfoque teórico integrador de este tipo de organizaciones expuesto, sumado a los estudios empíricos realizados con encuestas en profundidad y el análisis de las listas internas de las organizaciones expuestas, podemos constatar que:

HIPÓTESIS 5: Los nodos neutros son modelos organizativos basados en múltiples capas de alianzas, es decir, es básicamente un modelo de cooperación horizontal entre competidores, pero tiene una estructuración vertical con instituciones y otras organizaciones estatales, de tecnología, internacionales y otros nodos neutros. Existiendo distintos tipos de cooperación entre los miembros e instituciones, muchas de ellas asimétricas.

Quedando, asimismo, establecidas las relaciones entre los miembros, entre los miembros y los nodos, y entre los nodos y las instituciones técnicas y reguladoras. Esto se podría haber afirmado con el simple hecho de la observación, pero se verifica empíricamente, y se adjuntan en el estudio competitivo los fuertes lazos y relaciones con otras instituciones en los puntos o nodos neutros.

Por ello, se puede inferir que la HIPÓTESIS 6:

Los nodos neutros son organizaciones independientes dentro de un modelo en red global, que genera una red de relación social y tecnológico.

Se contrasta también, aunque la relación entre las empresas en los distintos nodos no ha podido ser vinculada.

6.2.5. TENDENCIAS ACTUALES DE DIVERSIFICACIÓN Y EVOLUCIÓN FUTURA DE LOS NODOS NEUTROS

Las hipótesis 2, 3 y 4, y, por tanto, la hipótesis general 1, se han de contrastar por las tendencias actuales y futuras en el rol de estos organismos y su diversificación en la tecnología por integración vertical hacia el origen, así como en la generación de valores institucionales y de gestión, que ayuden en el rol y negocio a los nodos neutros.

Para justificarlo, se ha preguntado sobre la posibilidad de escalar en la pila OSI. En los apartados teóricos de telecomunicaciones y de integración teórica se ha avanzado que este estándar es el que se refiere a la tecnología utilizada. Los nodos neutros nacen para realizar el nivel 1 -circuitos básicamente en su llegada al nodo de los terminales internacionales por centralizar las infraestructuras-, y del nivel 2 -el switching, o interconexión-. Este nivel 2 es el que justifica la cooperación en torno a un nodo neutro físico de las empresas de telecomunicaciones, comenzando su labor de gestión relacional para completar los acuerdos de *peering* y de tránsito.

Pero, a medida que estas organizaciones se consolidan, aparecen nuevos negocios. Sirva como ejemplo que uno de los mayores conflictos existentes en la actualidad es el producido por el encargo por parte de las autoridades europeas al EURO-IX – organización que aglutina los principales nodos neutros europeos- de la gestión de los dominios .eu europeos, de gran futuro. Varios de los nodos miembros reclaman para sí una parte de esta gestión e incluso que se salga el EURO-IX de esta tan estratégica y rentable función. Esto ya supone un escalado en la pila OSI hacia valores añadidos.

Respecto a la pila OSI, lo tradicionalmente más importante era el nivel 1, de grandes empresas, pero en telecomunicaciones los costes por minuto y mega han acabado siendo una lo mal denominado *commodity* o materia prima. Igualmente, el negocio del *switching* está considerado de bajo valor añadido, siendo aquéllos que antes se relacionaban con el cliente final los de mayor servicio y valor añadido.

Por ello, se ha consultado a los encuestados algo que ya se había deducido de los estudios con las encuestas en profundidad y con la visión de los expertos mencionados, sobre la posibilidad de subir es la pila OSI, es decir, diversificar mediante integración vertical hacia el destino en negocios de mayor valor añadido.

Los resultados obtenidos son:

1. El primero se obtiene cuando se pregunta sobre la influencia de la imagen corporativa del nodo, a lo que los responsables de los nodos responden que es importante, pero tanto más importante para los nodos grandes, grupos 2 y 4, que para los pequeños, que no le dan mucha importancia. Esto refleja el carácter de negocio de estos nodos, pues el nivel técnico de intercambio es lo que más miran los miembros, por encima de cuestiones institucionales.
2. El segundo resultado se obtiene cuando se pregunta directamente posibles negocios adicionales de los nodos neutros. A la pregunta general sobre si el nodo va a realizar actividades no centrales o denominadas *core*, la respuesta ha sido positiva, pues aunque es un 3 sobre 5, ya hay un reconocimiento implícito de esta circunstancia, algo que les sitúa fuera de la neutralidad. Pero todavía es más fuerte en los más institucionalistas, que junto con los nodos Japoneses –los más grandes en cuanto a negocio único del mundo-, ven aquí claramente una oportunidad. Destaca que uno de ellos, el que más está diversificando en la práctica, ha contestado que no va a diversificar, lo que evidencia lo políticamente difícil que esto es y lo importante que es de cara a futuro. No es extraño que el grupo 2, de fuerte relación con telcos, no se pronuncie positivamente, al ser otra actividad de la empresa, aunque sí ven negocios para su unidad, como se ha podido constatar en múltiples ocasiones en las listas.
3. El tercer resultado se obtiene en el tipo de negocio, si puede ser consultoría, legal o registro, en los que se repite el resultado, pero acusado. Aunque en el capítulo de aspectos legales no lo ven –y no tiene que sorprender pues la mayoría de los gestores son ingenieros-, en consultoría lo ven poco, pero en registro y en buscar clientes de sistemas autónomos no ISP – bancos, eléctricas, y un sinfín de empresas con enormes redes y sistemas informáticos con sistema autónomo propio -, lo ven como oportunidad de negocio. Por supuesto, este tipo de clientes ofrece un escalado natural en la cadena OSI, como gestión de redes, seguridad y *malwares*, entre otros servicios; por lo

que sus posibles ingresos e influencia subirían rápidamente. El argumento posterior es que así lograrían bajar los costes de transacción a los socios, pero una vez más se usan negocios indirectos por efecto de los directos – ejemplo, los negocios de los aeropuertos respecto al transporte de viajeros, en otras redes logísticas asimilables-.

4. El cuarto resultado se añade a los anteriores, pues al preguntar sobre su posible influencia como *clearing house*, aspectos de arbitraje, supervisión e influencia en la fijación de tarifas, también los grupos más grandes se manifiestan en este sentido. Es otro de los aspectos por los que más consultas se han realizado tras la encuesta, que parece haber abierto otro campo más a la imaginación de los gestores.

Se contrastan, por tanto, las hipótesis 1, 2 y 3, completando las hipótesis formuladas.

6.2.6. CONTRASTE DE LA TESIS

Por tanto, se contrastan las hipótesis 1, 2, 3, 4, 5 y 6, que contrastan positivamente la tesis, con las pequeñas matizaciones expuestas. Se está en disposición de afirmar, finalmente que:

TESIS:

El modelo organizativo de los nodos neutros en un modelo de cooperación empresarial de tipo horizontal, que está determinado en su crecimiento y futuro de negocio a la diversificación por integración vertical dentro del modelo tecnológico OSI, y a la estructuración organizativa en torno a la generación de capital intangible y, en especial, al capital relacional; rompiendo su esquema básico basado en los costes de transacción.

Rechazando la hipótesis nula en todos los casos, con matizaciones en pequeños grupos poco representativos dentro de la población.

PARTE QUINTA: CONCLUSIONES Y NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACION

CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un modelo de cooperación empresarial denominado nodo neutro o punto neutro de intercambio, que relaciona de forma horizontal a los competidores de telecomunicaciones datos y vertical con otras empresas e instituciones.

Esta relación horizontal genera los problemas relacionales que se producen en todas las organizaciones que aglutinan en objetivos comunes a competidores en el mercado. Relación que se hace más compleja cuanto más competitivo es el mercado, como sucede en el mercado de las telecomunicaciones datos, en las que la competencia por precios lleva al *dumping* con pérdidas que afectan a la casi totalidad de empresas. Vencer esta tendencia y colaborar entre sí lleva a sistemas de objetivos paradigmáticos, entre los objetivos de producción y los de mercado, pasando por otras relaciones cruzadas, con relaciones y consecuencias asimétricas, lo que complica más el modelo.

A esta relación horizontal, le complementa una relación vertical hacia el origen por una cadena de subcontratas de mantenimiento de la infraestructura y de la tecnología, que sirve de conexión entre las empresas del nodo. Asimismo, conecta a los otros nodos con los ramales de fibra nacional e internacional, así como con la interconexión de la Inter-red o Internet.

Se le añade la relación vertical con las instituciones internacionales encargadas de la regulación y estandarización de la tecnología, traducida en protocolos y normas, que sirven para la armonización de los sistemas de interconexión. Por ello, se convierten en los principales centros de tecnología e investigación, al ser los depositarios de la misma, en el nivel físico en la prueba de las máquinas y en el nivel no físico en la incorporación de la tecnología.

Por último, se le añaden otras relaciones verticales y cruzadas con instituciones públicas gubernamentales, de organismos transnacionales y organismos multilaterales, que consideran este tipo de organizaciones como estratégicas. El motivo básico es la importancia estratégica de la actividad, a la que se suma el constituir un nodo logístico de infraestructura que afecta al sector y al resto de los

sectores, pues las telecomunicaciones datos es evidente que afectan a empresas, gobiernos y familias.

Todo este conjunto de relaciones que justifican el estudio se han seguido desde el enfoque teórico de la dirección estratégica y de teoría de la organización, estudiando los factores que más afectan actualmente a este tipo de organizaciones.

Contenidos teóricos sobre alianzas y acuerdos de cooperación, en los que se han analizado sus objetivos básicos captados en la información empírica inicial, relacionándose con los nodos neutros.

Se ha establecido, a partir de aquí, la fundamentación teórica sobre los ejes de los costes de transacción, pues la relación de fuerte competencia entre las empresas del sector y la situación financiera que atraviesan por la fuerte guerra comercial, deriva en un primer objetivo de reducción de los costes.

Se le añade el enfoque de organización con los aspectos principales de estructura y aprendizaje organizativo, pues se demuestra en los antecedentes teóricos cómo las modalidades de cooperación son una fuente de aprendizaje organizativo, que contribuye de forma clara a la generación de tecnología, capital tecnológico. En cuanto a estructura, se presenta como un modelo de geometría variable incorporado en una red internacional de nodos horizontales, que ayudan y potencian los aspectos de aprendizaje. Aspectos que se relacionan, una vez más, a la reducción de los costes de transacción.

Y se ha avanzado en el enfoque de los capitales intangibles, como evolución entre otras de las teorías sobre competencias, recursos y capacidades, cuya aplicación más importante se ha comprobado en el capital relacional en su componente de capital negocio, aunque son las implicaciones de capital social. Y, por las características de los nodos neutros y el aprendizaje organizativo, la influencia sobre el capital tecnológico, como se ha avanzado.

Se analiza, tras encontrar los fundamentos teóricos relacionados con gestión y administración de empresas, los contenidos teóricos relacionados con la tecnología de estas organizaciones. Estas están claramente determinadas por la tecnología, tanto en su génesis como en su gestión.

Para ello, se han expuesto los contenidos teóricos sobre telecomunicaciones y nodos neutros, que sitúa este tipo de organizaciones y su interdependencia con la tecnología, determinando su posible futuro estratégico en relación al crecimiento en los valores añadidos al subir en la pila OSI.

Se llega a este tipo de estándar tras analizar los modelos de redes y sus conceptos relacionados, llegando a este modelo de jerarquía tecnológica que se relaciona con los valores añadidos. Se consigue determinar, por tanto, una relación entre negocio y tecnología, con una jerarquía técnica que influye en los valores añadidos e intangibles, relacionándolo con la evolución de los costes de transacción hacia el capital intangible, como se perseguía.

El crecimiento e influencia de los nodos se sitúa, pues, en la asunción por estas organizaciones de una diversificación por integración vertical basada en la jerarquía de la pila OSI, sumada a la incorporación de modelos de gestión de institución neutral con sistemas de relación entre los miembros, de arbitraje, de fijación de precios y *clearing*. Cuestión que nos acerca a la teoría de la diversificación, encontrando la relación con las teorías anteriores.

Tras una revisión de la literatura, se comprueba que no existen estudios sobre este tipo de organizaciones, más allá de las cuestiones técnicas o de la forma de contratación de los *peerings* o intercambios variables y asimétricos de las redes, y del tránsito, o compra de capacidad.

Por ello, en el trabajo se realiza un análisis empírico que ayuda a determinar la estructura de los nodos de intercambio, sus modelos de relación, y las diferencias entre los nodos en el mundo, obteniendo la primera aproximación empírica en la materia.

Se consigue mediante el análisis de los estudios empíricos basados en el estudio competitivo reducido, con estudios de campo, análisis de encuestas en profundidad y análisis mediante una encuesta. Para después realizar un proceso estadístico descriptivo y multivariante. Por motivos de extensión, se centra el estudio en el ámbito europeo, obteniendo resultados algunos de ellos extrapolables al resto de nodos, como se ha podido comprobar.

Se consigue así la obtención de en 4 grupos de nodos principales a estudio, que caracterizan este tipo de instituciones en Europa. Dichos resultados se testan con otros obtenidos de otras zonas del mundo, para reforzar los resultados. Básicamente se han obtenidos dos tipos de nodos pequeños de pequeña importancia y tamaño en el mercado; un grupo de nodos muy grandes perteneciente a grandes compañías de telecomunicaciones, que tienen una misión estratégica de algo más de una unidad de negocio; y un grupo de nodos institucionales, con relaciones o no con las universidades, y de importancia estratégica para competidores, gobiernos y otros organismos.

A partir de ahí, se analizan los resultados empíricos en los cuatro tipos de nodos, concluyendo en las hipótesis de partida, con un contraste casi total, que consolidan los resultados teóricos y prácticos practicados.

Se consigue así demostrar y contrastar la hipótesis principal, en la que se expone que “el modelo organizativo de los nodos neutros en un modelo de cooperación empresarial de tipo horizontal, que está determinado en su crecimiento y futuro de negocio a la diversificación por integración vertical dentro del modelo tecnológico OSI, y a la estructuración organizativa en torno a la generación de capital intangible y, en especial, al capital relacional; rompiendo su esquema básico basado en los costes de transacción”.

Se contrasta teórica y prácticamente, mediante las teorías de dirección estratégica, organización y teoría de telecomunicaciones, y con el contraste práctico de un estudio de carácter internacional que demuestra una gran coincidencia con los objetivos preliminares del estudio.

Se consigue contrastar la hipótesis 1, respecto a que “los nodos neutros están condicionados por la tecnología, dentro la denominada Pila OSI y Protocol Stack”, gracias principalmente a la argumentación teórica y al trabajo de campo inicial realizado.

La hipótesis 2, “existe una diversificación por integración vertical ascendiendo en capas por la pila OSI, rompiendo el problema de su existencia por los costes de transacción”, se contrasta mediante la encuesta en profundidad y se refuta con el estudio empírico utilizado.

Respecto a la hipótesis 3 “las oportunidades de desarrollo organizativo y de negocio están relacionadas con principios de administración de empresas, sobre todo mediante la generación de capitales intangibles”, se contrasta casi en su totalidad, mediante la encuesta empírica, aunque se encuentran claras diferencias entre los distintos tipos de nodos neutros. No obstante, el resultado es satisfactorio, al poderse contrastar en su totalidad en los nodos más desarrollados.

La hipótesis 4, “existen distintos modelos de cooperación para los nodos neutros, existiendo diferencias por tamaño y sistemas de gestión” se contrasta con el análisis multivariante cluster y con la observación del trabajo de campo, con su posterior consulta a los implicados para corroborar los resultados.

La hipótesis 5, “los nodos neutros son modelos organizativos basados en múltiples capas de alianzas, es decir, es básicamente un modelo de cooperación horizontal entre competidores, pero tiene una estructuración vertical con instituciones y otras organizaciones estatales, de tecnología, internacionales y otros nodos neutros. Existiendo distintos tipos de cooperación entre los miembros e instituciones, muchas de ellas asimétricas”, se ha podido contrastar con el estudio de campo, las encuestas en profundidad y la constatación empírica por el tratamiento de la encuesta.

Y, por último, la hipótesis 6, “los nodos neutros son organizaciones independientes dentro de un modelo en red global, que genera una red de relación social y tecnológico”, se evidencia con el trabajo de campo.

Por tanto, se concluye el trabajo con un primer estudio internacional sobre este tipo de cooperación empresarial y con la contrastación mediante metodología científica de las hipótesis planteadas.

CAPÍTULO 8 - NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo realizado ha sido muy amplio en sus objetivos, en parte motivado por la inexistencia de estudios previos sobre la materia, lo que deriva en una mayor complejidad y un menor nivel de detalle.

Por ello, las líneas de investigación sobre las que se pretende investigar servirían para cubrir estas carencias, siempre desde el avance sobre las posiciones ya establecidas.

Estas son, entre otras:

1. La ampliación a otras zonas del mundo del estudio, para completar el escenario global de la red, con las características de los nodos en los distintos mercados.
2. El estudio pormenorizado por productos dentro y fuera de la pila OSI, para estudiar las implicaciones del negocio en materia económica.
3. El estudio sobre los clientes de los nodos, en este caso los competidores telco y grandes redes no telco con sistemas autónomos, para definir sus necesidades actuales y futuras, así como de sus relaciones en el seno de esta modalidad de cooperación horizontal.
4. Abundar en el estudio de la transferencia tecnológica y del sistema de generación de intangibles, relacionales y no relacionales.
5. Generar el modelo organizativo concreto, con los condicionantes de aprendizaje organizativo, integración vertical y horizontal asimétrica, y las interrelaciones organizativas entre redes y miembros.
6. Comparar con otros modelos organizativos similares, para deducir una estructura legal y organizativa que de respuesta a los condicionantes y problemas fundamentales. En concreto, su relación con la modalidad de *cluster* tecnológico.
7. Estudiar sus relaciones con otras instituciones nacionales, supranacionales, estatales y multilaterales, en el entramado estratégico y organizativo propio de los nodos.

BIBLIOGRAFÍA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

- ALDRICH, H. E. Fools Rush in the Academy of Management institutional context of Review 19, pp. 645-670 industry creation
- ALTAMIRA VEGA, Negociacion de alianzas Ministerio de Economía, Ricardo estratégicas s.f. internacionales.
- AMBURGEY, T. L., Learning races, patent The embeddedness of DACIN, T. Y SINGH, J. races, and capital races: strategy: Advances in Strategic interaction strategic management, and embeddedness 13, pp 303-322, 1996. within organitational fields. In J A.C. Baum&J.E. Dutton (Eds.)
- ANDREASEN, Alan R. Profits for nonprofits: Harvard Business Review, Find a Corporate noviembre-diciembre, Partner. It takes a pp.47-59, 1996. strategist to survive a marketing alliance.
- ARGYRIS, N. Privatizing the Journal of Economic intelectual commons: Behavior and Universities and the Organization, 35, pp. 427- commercialization of 454, 1998. biotechnology.
- ARIÑO, Africa y Alianzas estratégicas: IESE, Universidad de MONTES, Juan gobernando la relacion Navarra, s.f., ¿2000? Sebastián. con los socios.

- ATKINSON, Anthony, A Stakeholder approach Sloan Management
WATERHOUSE, John y to strategic performance Review/primavera, 1997.
WELLS Robert B. measurement.

- BARKEMA, Harry G. y International expansion Academy of Management
VERMEULEN Freek. through start-up or Journal, 41, 1, pp.7-26,
acquisition: a learning 1998.
perspective.

- BARNETT, W.P. The dynamics of Administrative Science
competitive intensity. Quarterly, 442, pp.128-
160, 1997.

- BARNETT, W.P. y Do larger organizations J.V. Singh (ed.)
AMBURGUEY, T. L. generate stronger Organizational evolution:
competition? New directions, pp.78-
102, 1990.

- BARNETT, W. P. y Competition and Administrative Science
CARROLL, G. C. mutualism among early Quarterly, 32, pp.
telephone companies. 400.421, 1987.

- BARQUEMA, Harry G. International expansion Academy of Management
y VERMEULEN. through start-up or Journal, 1, pp. 7-26, 1998.
acquisition: a learning
perspective.

- BAUM, J. A. C. Organizational ecology. en S. Clegg, C. Hardy y
W. Nord (Eds), Handbook
of organization studies,
Londres, pp. 77-114

- BAUM, J. A. C. Y Localized competition Administrative Science
MEZIAS, S, J. and organizational Quartely, 37, pp. 580-604,
failure in the Manhattan 1992
hotel industry, 1898-
1990.

- BAUM, J. A. C. y Institutional American Sociological
OLIVER, C. embeddedness and the Review, 57, pp. 540-559,
dynamics of 1992.
organizational
populations.

- BAUM, J. A. C. y Organizational niches American Journal of
SINGH, J.V. and the dynamics of Sociology, 100, pp 346-
organizational mortality. 380 1994.

- BAUM, J. A. C., Don't go it alone: Strategic Management
CALABRESE T. y Alliance networks and Journal, 21, pp.267-294,
SILVERMAN, B. S. startups performance in 2000.
Canadian
biotechnology.

- BAUM, J. A. C., y Institutional linkages Adminstrative Science
OLIVER, C. and organizational Quartely, 36, pp. 187-218,
mortality. 1991.

- BAYONA SAEZ, La cooperacion entre Dpto. Gestión de
Cristina empresas en materia de Empresas. Universidad
I+D: un análisis de la Pública de Navarra, s.f.
siuación de España.

- BENAVIDES ESPINOSA, Maria del Mar. Las alianzas estratégicas como instrumento de aprendizaje organizativo. Revista Europea de Dirección y economía de la Empresa 10,3, pp. 57-74.2001.
- BLEEKE, Joel y Ernst, David. Is your Strategic Alliance Really a Sale? Harvard Bussiness Review, enero-febrero, 1995.
- BOWERSOX, Donalson J. The Strategic Benefits of Logistics Aliances. Harvard Bussines Review, julio-agosto, pp. 36-45, 1990.
- BUENO, Eduardo. Dirección estratégica de la empresa. Metodología, técnicas y casos. Pirámide, 1996
- BUENO, Eduardo. El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual. Boletín de estudios económicos, Deusto, no. 164, 1998.
- BUENO, Eduardo. Gestión del conocimiento, aprendizaje y capital intelectual. Boletín intellect no. 1, 1999
- BUENO, Eduardo. Modelo intellectus: Medición y gestión del capital intelectual. Documentos intellectus, no. 5, CIC-IADE. 2003

- BUENO, Eduardo y Dirección del I. U. Euroforum El
SALMADOR, M. P. conocimiento y Escorial, Perspectivas
aprendizaje: Creación, sobre dirección del
distribución y medición conocimiento y capital
de intangibles intelectual, 2000

- BUENO, Eduardo y Gestión del Ponencias y
SALMADOR, M. P. conocimiento y capital comunicaciones, X
intelectual: Análisis de congreso AECA,
experiencias en la Zaragoza
empresa española

- BURT, R Structural holes: The Cambridge, MA: Harvard
social structure of University Press, 1992.
competition.

- CALABRESE, T., Canadian biotechnology Social Science Research,
BAUM, J. A. y start-ups, 1991-1997: 29, pp. 503-534, 2000.
SILVERMAN, B. S. The role of incumbents'
patents and strategic
alliances in controlling
competition.

- CASANI, F Las alianzas Tesis doctoral UAM, 1993
estratégicas y los
acuerdos de
cooperación. Una nueva
estructuración de la
competencia

- CHUNG, S., SINGH, H. Complementarity, status Strategic Management
y LEE, K. similarity and social Journal, 21, pp. 1-22,
capital as drivers of 2000.
alliance and formation.

- COLOMBO, Massimo. Alliance form: a test of Strategic Management the contractual and Journal , 24 pp.1209-competence 1229, 2003 perspectives.
- DILLON, Michael. Inside public exchange Internet World, 5, 26. points. Bussines Source Premier, 1999.
- DOZ , Yves, M., Paul y Formation processes of Strategic Management SMITH RING, Peter. r&d consortia: which Journal , 22, pp. 239-266, path to take where does 2000. it lead?
- DRURY, Gillian. Co-location powers en Corporate Location. rangers. Bussines Source Premier, 2001.
- DYER, J.H. y SINGH, The relational view: American Sociological H. Cooperative strategy Review, 23, pp.660-679, and sources of 1998. interorganizational competitive advantage.
- EISENHARDT, Kathleen M. Y Way to Make Synergies Review, enero-febrero, GALUNIC, Charles D. Work. 1999.
- ESCRIBÁ ESTEVE, Determinantes y efectos Departamento de Alejandro, del comportamiento de Dirección de Empresas. MENGUZZATO los socios en las Universidad de Valencia, BOULARD, Martina y alianzas entre s.f. RENU PIQUERAS, empresas.

Juan José

- FERNANDEZ RODRÍGUEZ, Cecilia. Alianzas estratégicas de Economía Industrial, núm M^a carácter tecnológico. 330, 1999.
- FLIGSTEIN, N. Markets and politics: A American Sociological political cultural Review, 6, pp. 656-673. approach to market institutions.
- FRIJTERS, Paul. The sale of relational Labour Economics 7: 373- capital through tenure 348, 2000. profiles and tournaments.
- GARCÍA OCHOA y MAYOR, Monica. Estudio empírico sobre Ministerio de Economía, la cooperación s.f. empresarial en España.
- GARCÍA-CANAL, Esteban, LÓPEZ DUARTE, Cristina, RIALP CRIADO, Josep y Valdés Llana, Ana. Ampliando el ámbito geográfico de la s.f. empresa a través de alianzas. Una tipología de estrategias cooperativas. Universidad de Oviedo.
- GARCÍA-PONT, Carlos. Desarrollando IESE, Universidad de estrategias corporativas. Navarra, s.f.
- GERWIN, Donald. Coordinating new Academy of product development in Managements, 29, 2, pp. strategic alliances. 241-257, 2004.

- GOMES-CASSERES, B. Group versus group: Harvard Business Review, How alliance networks compete. 72 (1), pp. 62-64.
- GULATI, Ranjay y HIGGINS, Monica. Which ties matter when? The contingent effects of interorganizational partnerships on IPO success. Strategic Management Journal, 24 pp.127-144, of 2003.
- GULATI, Ranjay. Alliances and networks Strategic Management Journal, 19 pp. 293-317, 1998.
- GULATI, R. Social Structure and alliance formation patterns: A longitudinal analysis. Administrative Science Quartely, 40, pp. 619-652, 1995.
- GUO, G, Event-history analysis for left-truncated data. Sociological Methodology, 23, pp. 217-244, 1993.
- HAMEL, Gary, Doz, Yves L. y Prahalad C.K. Colabore with your competitors-and win: You can't run from strategic alliances. So Harvard Business Review, enero-febrero, 1989.
- HANNAN, M. T. y CARROLL, G. C. Dynamic organizational populations. of Nueva York, Oxford University Press, 1998

- HENNART, J, F. A transaction cost Strategic Management theory of equity joint ventures. Journal, 9, pp. 361-374, 1988
- HUTT, Michael D, Defining the social Sloan Managemet network of a strategic alliance. Review, 4, 2, 2000.
- HUTT, Michael D., Case study. Defining the Sloan Management Stafford, Edwin R., Social Network of a Review, 2000.
Walker, Beth, A y Strategic Alliance.
Reingen, Peter H.
- INKEPEN, Andrew. A note on the dynamics Strategic Management of learning alliances: Journal, 21, pp.775-779, 2000.
competition, and
cooperation, and
relative scope.
- JOHSTON, Russel y Beyond Vertical Harvard Bussiness LAWRENCE Paul R. Integration-Rise of the Review, 1998.
Value-Adding
Partnership.
- KALE, Prasahant, Alliance capability, stock Strategic Management DYER, Jeffrey y market response, and Journal, 23, pp. 747-767, SINGH, Harbir. long-term alliance 2002
success: the role of the
alliance function
- KAUFMAN, Allen, Collaboration and Strategic Management WOOD, H. Craig y tecnologia linkages: a Journal, 21, pp. 649-663, THEYEL, Gregory. strategic supplier 2000.
typology.

- KENNEDY, P. A guide to econometric methods, 3^a ed, Cambridge, MA, MIT Press.
- KHANNA, Tarun, The dynamincs of Strategic Management
GULATI, Ranjay y learning alliances: Journal, 19, pp. 193-210,
NOHRIA, Nitin. competition, 1998.
cooperation, and
relative scope
- KOGUT, B. Join ventures: Strategic Management
Theoretical and Journal, 19, pp. 193-211.
empirical perspectives.
- KOGUT, B. SHAN, W. y The make-or-cooperate en N. Noria y R. Eccles
WALKER, G. decision in context of a (eds.), Network and
industry network. organizations, pp. 348-
365, Boston, Harvard
Business School Press.
- KONSYSKI, Ben y Information Harvard Business Review,
McFARLAN, E. Warren. Partnerships-Shared septiembre-octubre, pp.
data, Shared Scale. 114-120, 1990.
- LERNER, J. Venture capitalists and Journal of Financial
the decision to go Economics, 35, pp. 293-
public. 316, 1994
- LIEBESKIND, J., Social networks, Organization Science, 7,
OLIVER, A., ZUCKER, learning and flexibility: pp. 428-443, 1996.
L.G. y BREWER, M.B. Sourcing scientific
knowledge in
biotechnology firm.

- LLENART CAVA, Lluís Consorcios de Boletín Económico de exportación y otros tipos ICE, Nº 2627, 1999. de alianzas estratégicas entre empresas.
- LÓPEZ NAVARRO, Miguel Angel. Alianzas horizontales de Departamento de marketing: modalidades Administración de y fundamento que Empresas y Marketing. justifican su Universidad Jaume I, s.f. constitución.
- LU, Jane y BEAMISH, Paul. The internationalization Strategic Management and performance of Journal, 22, pp.565-586, smes. 2001.
- MINER, A., Interorganizational Administrative Science linkages and population QuarteLy, 35, pp. 689-713, 1990. dynamics: Buffering and trasformational shields.
- MING ZENG y XIAO-PING CHEN Achieving cooperation in Academy of Management multiparty alliances: a Review Vol. 28, nº 4, 587-605, 2003. social dilemma approach to partnership management.
- MILLER G., Monty, The efficacy of Academy of Management appreciative inquiry in Proceedings, 2002. FITZGERALD, Stephen, P., PRESTON, Joane, building relational capital in a transcultural strategic alliance. C. y MURREL, Kenneth, L..

- MORCILLO, Patricio Dirección estratégica de Civitas, Madrid, 1997
la tecnología e
innovación

- MORCILLO, P.; El valor de los Dirección y organización,
RODRIGUEZ ANTÓN, conocimientos y del no. 24, FGUPM, 2000
J. M.; CASANI, F.; aprendizaje como
RODRÍGUEZ fuente de competencias
POMEDA, J. básicas distintivas

- MOWERY, D. C., Strategic alliances and Strategic Management
OXLEY, J. E. y interfirm knowledge Journal, 17, pp. 77-92,
SILVERMAN, B. S. transfer. 1996.

- NANDA, Ashish y Use Joint Ventures to Harvard Business Review,
WILLIAMSON, Peter J. Ease The Pain of noviembre-diciembre,
Restructuring. pp.119-128, 2000.

- OHMAE, Kenichi. The Global Logic of Harvard Business
Strategic Alliances. Review, marzo-abril, pp.
143-154, 2001.

- OXLEY, J. E. Appropriarity hazards Journal of Law,
and governance in Economics and
strategic alliances: A Organization, 13, pp. 387-
transaction cost 409, 1997.
approach.

- PÉREZ-BUSTAMANTE, Gestión del Ministerio de Economía,
Guillermo. conocimiento en las s.f.
alianzas tecnológicas.

- PISSANO, G.P. The R&D boundaries of Administrative Science the firm: An empirical Quartely, 39, pp. 458-483, analysis. 1990.

- PODOLNY, J., M. Market uncertainty and Administrative Science the character of Quartely, 39. pp. 458-483, economic exchange. 1994.

- PODOLNY, J., M., Networks, knowledge, American Journal of STUART, T., E. y and niches. Sociology, 102, pp.656-689, 1996.

- POWELL, W. W. , y Competitive cooperation en N. Noria y R. Eccles BRANTLEY, P. in biothecnology: (eds.), Network and Learning Through organizations, pp. 348-365, Boston, Harvard Business School Press.

- POWELL, W. W., Interorganizational Administrative Science KOPUT, K. W. y collaboration and the Quartely, 41, pp. 116-145, SMITH-DOERR, L. focus of innovation: 1996.
Networks of learning in
biotechnology.

- PRASHANT, Kale, Learning and protection Strategic Managenet SING, Harbir, of proprietary assets in Journal, 21, pp. 217-237, PERLMUTTER, strategic alliances: 2000.
Howard. building relational
capital

- QUINTANA GARCÍA, Redes de cooperación Boletín Económico de Cristina y BENAVIDES tecnológica y ICE, N° 2779, s.f.
VELASCO, Carlos capacidades dinámicas.

- RAMO, Simon. National Security and Harvard Business
Our Technology Edge. Review, noviembre-
diciembre, pp.115-120,
1989.

- REUER, Jeffrey, Post-formation Strategic Management
ZOLLO, Mauricio, dynamics in strategic Journal 23, pp. 135-151,
SINGH Harbir. alliances. 2002.

- REUER, Jeffrey. From hybrids to Strategic Management
hierarchies: shareholder Journal, 22, pp. 27-44,
wealth effects of join 2001.
venture partner buyouts.

- ROBERTSON, Thomas Technology development Strategic Management
y GATIGNON, Hubert. mode: a transction cost Journal, 19, pp. 515-531,
conceptualization. 1998.

- ROTHAERMEL, Frank Exploration alliances in Strategic Management
y DEEDS, David. biotechnology: a system Journal, 25, pp. 201-221,
of new product 2004.
development.

- SAKAKIBARA, Mariko. Heterogeneity of firm Strategic Management
capabilities and Journal, 18 pp. 143-164.
cooperative research 1997.
and developmet: an
empirical examination of
motives

- SAKAR, M.B., Alliance Strategic Management
ECHAMBADI, Raj, entrepreneurship and Journal, 22, pp. 701-711,
HARRISON, Jeffrey. firm market 2001
performance.

- SILVERMAN Brian S. y Alliance-based Academy of
Baum Joel A.. competitive dynamics. Managements, 45, 4,
pp.791-806, 2002.
- SIMONIN, Bernard L. Ambiguity and process Strategic Management
of knowledge transfer in Journal 20, pp.595-623,
strategic alliances. 1999.
- SINGH, K. y Precarious Strategic Management
MITCHELL, W. collaboration: Business Journal, 17, pp. 99-115,
survival after partners 1996.
shut down or form new
partnerships.
- SPENCER, W., J. y SEMATECH after five California Management
GRINDLEY, P. years: High technology Review, 35 (4), pp.9-33,
consortia and U.S. 1993.
competitiveness.
- STUART, T.E., Interorganizational Administrative Science
HOANG, H. y HYBELS, endorsements and the Quartely, 44, pp. 315 349,
R. C. performance of 1999.
entreneurial ventures.
- STUART, Toby Interorganizational Strategic Management
alliances and the Journal, 21, pp. 791-811,
performance of firms: a 2000.
study of growth and
innovation rates in a
high-technology
industry.

- TEECE, D. J. Competition, Journal of Economic cooperation, and Behavior and innovation. Organization, 18, pp. 1-25, 1997.

- TUMA, N. B., y Social dynamics: Nueva York: Academic HANNAN, M., T. Models and Methods Press.

- URRA URBIETA, José Cooperacion El Sector Exterior, Anastasio interempresarial. Ministerio de Economía, Algunas s.f. puntualizaciones en una aproximación económica al fenómeno.

- UZZI, Brian y Knowledge spillover in Strategic Management GILLESPIE, James. corporate financing Journal, 23, pp. 595-618, networks: embeddedness 2002 and the firm's debt performance.

- Waddock, Sandra A. Building Successful Sloan management Social Partnerships. Review, 1998

- WALKER, G., KOGUT, Social capital, structural Organization Science, 8, B., y SHAN, W.J. holes and formation of pp. 109-125, 1997. an industry network.

- WILLIAMSON, O., E. Comparative economic Administrative Science organization: The Quartely, 36, pp. 269-296, analysis of discrete 1991. structural alternatives.

- XIAO LI, Stan y Rowley, Inertia and evaluation Academy of
Timohy J. mechanisms in Managements, 45, 6, pp.
interorganizational 1104-1119, 2002.
partner selection:
syndicate formation
among U.S. Investment
banks.

- ZUCKER, L., G., Intellectual capital and *Working paper #4653,*
DARBY, M. R. y the birth of US *National Bureau of*
BREWER, M. B. biotechnology *Economic Research*
(NBER), Cambridge, MA,
1994.
enterprises-

BIBLIOGRAFÍA DE TELECOMUNICACIONES

- Abeyesundara, B.W., and High Speed Local Computing Junio 1991
Kamal, A.E. Area Networks and Surveys, vol. 23,
their Performance pp 221-264
- Bantz, D.F., and Bauchot, Wireless LAN Design IEEE Network Marzo-Abril
F.J. Alternatives Magazine, vol. 8, 1994
pp 43-53
- Baransel C., Routing in Multihop IEEE Network Mayo-Junio,
Dobosiewicz, W., Packet Switching Magazine, vol. 9, 1995
Gburzynski, P. Networks pp 38-61
- Bates, R.J. Wireless Networked Mc Graw-Hill, 1994
Communications New York
- Belsnes, D. Flow Control in the Communications 1975
Packet Switching Networks,
Networks Uxbridge,
England, pp 349-
361
- Berners-Lee, T., Caillau, The World Wide Web Commun. Of the Agosto, 1994
A., Loutonen, A., Nielsen, ACM, vol. 37, pp
H.F., Secret, A. 76-82
- Bertsekas, D., Gallager, Data Networks Englewood Cliffs, 1992
R. NJ: Prentice Hall
- Binder, R. Dynamic Packet Proc. Int'l. Conf. 1975
Switching System for On
Satellite Broadcast Communications,
Channels pp 41 1 – 41 5a
- Black, U.D. TCP/IP and Related Mc Graw-Hill, 1995
Protocols New York
- Black, U.D. Data Link Protocols Englewood Cliffs, 1993
NJ: Prentice Hall
- Buford, J.F.K. (Ed.) Multimedia Systems Reading, MA: 1994
Addison-Wesley

- Carl-Mitchell, S., Practical Reading, MA: 1993
Quartermann, J.S. Internetworking with Addison-Wesley
TCP/IP and UNIX
- Cerf, V., Kahn, R. A Protocol for Packet IEEE Mayo 1976
Network Transactions on
Interconnection Comm., vol.
COM-22, pp 637-
648
- Clark, D.D. The Design Proc. 1988
Philosophy of the SIGCOMM'88.
DARPA Internet Conf. ACM, pp
Protocols 106-114
- Comer, D.E. The Internet Book Englewood Cliffs, 1995a
NJ: Prentice Hall
- Comer, D.E. Internetworking with Englewood Cliffs, 1995b
TCP/IP, vol. 1 3rd NJ: Prentice Hall
Ed.
- Colouris, G.F., Dollimore, Distributed Systems Reading, MA: 1994
J., Kinderberg, T. Concepts and Addison-Wesley
Design. 2nd Ed.
- Davis, P.T., McGuffin, Wireless Local Area Mc Graw-Hill, 1995
C.R. Networks New York
- Day, J.D. The (Un)Revised OSI Computer Comm. Octubre
Reference Model Review, vol. 25, 1995
pp 39-55
- Day, J.D., Zimmermann, The OSI Reference Proc. of IEEE, Diciembre,
H. Model vol. 71, pp 1334-1983
1340
- Deering, S.E., Cheriton, Multicast Routing in ACM Mayo 1990
D.R. Datagram Transactions on
Internetworks and Computer
Extended LANs Systems, vol. 8,
pp 85-110

- Dirvin, R.A., Miller, A.R. The MC68824 Token IEEE MicroJunio 1986
Bus Controller: VLSI Magazine, vol. 6,
for the Factory LAN pp 15-25
- Garg, V., Wilkes, J.E. Wireless and Englewood Cliffs, 1996
Personal NJ: Prentice Hall
Communication
Systems
- Holzmann, G.J. Design and Englewood Cliffs, 1991
Validation of NJ: Prentice Hall
Computer Protocols
- Huitema, C. Routing in the Englewood Cliffs, 1995
Internet NJ: Prentice Hall
- IEEE 802.3: Carrier Sense IEEE, New York 1985a
Multiple Access with
Collision Detection
- IEEE 802.4: Token- IEEE, New York 1985b
Passing Bus Access
Method
- IEEE 802.5: Token Ring IEEE, New York 1985c
Access Method
- Johnson, H.W. Fast Ethernet: Dawn Englewood Cliffs, 1996
of a New Network NJ: Prentice Hall
- Kessler, G.C. Train, D. Metropolitan Area Mc Graw-Hill, 1992
Networks: Concepts, New York
Standards and
Services
- Langsford, A. The Open System Computer 1984
User's Programming Networks, vol. 8,
Interfaces pp 3-12
- Latif, A., Rowland, E.J., The IBM 8209 LAN IEEE Network Mayo-Junio
Adams, R.H. Bridge Magazine, vol. 6, 1992
pp 28-37

- Metcalfe, R.M. Computer-Network IEEE Journal on Febrero,
Interface Design: Selected Areas in 1993
Lessons from Comm., vol. 11,
ARPANET and pp 173-179
Ethernet
- Metcalfe, R.M., Boggs, Ethernet: Distributed Comm. of the Julio, 1976
D.R. Packet Switching for ACM, vol. 19, pp
Local Computer 395-404
Networks
- Mullender, S.J. (Ed.) Distributed Systems. ACM: Press, New 1993
2nd Ed. York
- Nemzow, M. Implementing Mc Graw-Hill, 1995
Wireless Networks New York
- Pahvalan, K., Probert, Trends in Local IEEE Marzo 1995
T.H., Chase, M.E. Wireless Networks Communications
Magazine, vol.
33, pp 88-95
- Perlman, R. Interconnections: Reading, MA: 1992
Bridges and Routers Addison-Wesley
- Pierce, J. How Far Can Data IEEE Junio, 1972
Loops Go? Transactions on
Comm., vol.
COM-20, pp-
527-530
- Piscitello, D.M., Chapin, Open Systems Reading, MA: 1993
A.L. Networking: TCP/IP Addison-Wesley
and OSI
- Rahnema, M. Overview of GSM IEEE Abril, 1993
System and Protocol Communications
Architecture Magazine, vol.
31, pp 92-100
- Rose, M.T. The Internet Englewood Cliffs, 1993
Message NJ: Prentice Hall

- Sadiku, M.N.O., Arvind, Annotated Computer Comm. Enero, 1994
A.S. Bibliography on Review, vol. 24,
Distributed Queue pp 21-36
Dual Bus (DQDB)
- Saltzer J.H., Reed, D.P., End-to-End ACM Noviembre,
Clark, D.D. Arguments in System Transactions on 1984
Design Computer
Systems, vol. 2,
pp 277-288
- Spragins, J.D., Telecommunications Reading, MA: 1991
Hammond, J.L., Protocols and Design Addison-Wesley
Pawlikowski, K.
- Stallings, W. Data and Computer MacMillan, New 1994
Communications. 4th York
Ed.
- Stallings, W. Local and MacMillan, New 1993
Metropolitan Area York
Networks. 4th Ed.
- Stevens, W.R. TCP/IP Illustrated, Reading, MA: 1994
Vol. 1 Addison-Wesley
- Sunshine, C.A., Dalal, Connection Computer 1978
Y.K. Management in Networks, vol. 2,
Transport Protocols pp 454-473
- Tanenbaum, A.S. Computer Networks. Englewood Cliffs, 1997
3rd Ed. NJ: Prentice Hall
- Tanenbaum, A.S. Distributed Operating Englewood Cliffs, 1995
Systems NJ: Prentice Hall
- Walrand, J. Communication Homewood, IL: 1991
Networks: A First Irwin
Course
- Yang, C.Q., Reddy, A Taxonomy for IEEE Network Julio-Agosto,
A.V.S. Congestion Control Magazine, vol. 9, 1995
Algorithms for Packet pp 34-45
Switching

ANEXO 1 - ENCUESTA

Survey for research: economics on IXPs

The purpose of this survey is to gather data from European IXPs for a Ph and a book.

Identification (answer whichever you prefer or none)

Your name:

Your e-mail:

Your IXP:

Agreements among members.

Do you organize events to facilitate peering among members?

1. No.
2. Periodically.
3. We have an established process.

Do you think it is a responsibility of the IXP to organize such events?

1. Yes, it is a core activity.
2. Yes, but it is a non-core activity.
3. No.

Pricing schedule (tick all that apply):

1. Fixed membership fee.
2. Variable fee depending on number of connections.
3. Variable fee depending on speed of connections.
4. Variable fee depending on actual traffic.

Why do members start peering? Value from 0 (not often important) to 5 (very often important)

Good relationship among them (they go to the IXP for that, after all)	1	2	3	4	5
One member is very important in the market, so it is very convenient for the other peers	1	2	3	4	5
There are previous agreements between the peers, other than peerings	1	2	3	4	5
There are other active peerings between the peers in other IXPs	1	2	3	4	5

Characterisation of the IXP.

Your budget for 2004 is approximately...

1. Less than 1 million euros
2. 1 to 2 million euros
3. 2 to 3 million euros
4. More than 3 million euros

Fixed employees (full time)

1. 0-3
2. 4-10
3. More than 10

Your organization is legally:

1. A non-profit
2. Academic
3. Inc
4. Ltd

IXP membership application.

How flexible are your requirements for the admission of new members (0=No exceptions, 5=most flexible)

1 2 3 4 5

How has this parameter (flexibility in admission) has changed in the past 3 years? (0=now stronger, 5=now more flexible)

1 2 3 4 5

Looking forward

Does your membership use the IXP for purposes different from peering, like paid peering or transit? 0=hasn't happened, 5=many or most members do some of this.

1 2 3 4 5

The IXP will expand its offering of non-core services (1=quite unlikely, 5=quite likely):

1 2 3 4 5

If yes, the expansion will include services... (1=quite unlikely, 5=quite likely)

Going up in the IP protocol stack.	1	2	3	4	5
Consultancy	1	2	3	4	5
Legal	1	2	3	4	5
Lobbying for legislation	1	2	3	4	5
Customer outside of the ISP/NSP community	1	2	3	4	5

General questions

Please rate the following from 1 (low, unimportant, etc) to 5 (high, important, etc). Do it intuitively, without deep thought. Please also try not to remain in the middle of the scale.

Importance of the corporate image of the IXP	1	2	3	4	5
Contention level among membership	1	2	3	4	5
Friendly cooperation among membership	1	2	3	4	5
Need of customer care for the members	1	2	3	4	5
Fair competition among membership	1	2	3	4	5
Importance of the cost of the IXP for the members	1	2	3	4	5
Good relations between membership and the IXP	1	2	3	4	5
Importance of local regulations	1	2	3	4	5
Importance of international regulations	1	2	3	4	5
Importance of profit of the IXP	1	2	3	4	5
Influence of the IXP on the relations among membership	1	2	3	4	5
Role of the IXP as an arbitrator in conflicts among members	1	2	3	4	5
Role of the IXP as a clearinghouse	1	2	3	4	5
Role of the IXP as a reference for pricing	1	2	3	4	5
Tax regulations importance	1	2	3	4	5

ANEXO 2 - ANÁLISIS DE LOS PUNTOS NEUTROS MUNDIALES

EUROPA

	Miembros	Ingresos (€/ año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
 Athens Internet Exchange Atenas Grecia	15	120000	http://www.aix.gr/	300 Mbps	GR-Net, red de I+D griega, y Universidad de Atenas	
 Amsterdam Internet Exchange Amsterdam Holanda	193	N.D.	http://www.ams-ix.net/	40 Gbps	Ninguna – organización independiente sin ánimo de lucro	NIKHEF, Interxion, NL-IX, Caladan Communications Ltd., Telecify, FiberRing bv
 Berlin commercial Internet Exchange Berlín Alemania	17	N.D.	http://www.bcix.de/		Ninguna – organización independiente sin ánimo de lucro	Iniciativa "we-make-IT.Berlin-Brandenburg"
 Budapest Internet Exchange Budapest Hungría	50	150000	http://www.bix.hu/	6 Gbps	Ninguna – organización independiente sin ánimo de lucro	
 Belgian National Internet Exchange Bruselas Bélgica	46	300000	http://www.bix.hu/	4 Gbps	Belnet, red de investigación belga	InterXion, Level(3)



17 400000 <http://www.catnix.net/> 320 Mbps CESCO y, a su vez, la Anella Científica (red de las Generalitat de Catalunya universidades catalanas)

Catalunya Neutral
Internet Exchange

Barcelona

España

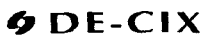


36 300000 <http://www.cixp.ch/> 600 Mbps CERN Telehouse

CERN Internet
eXchange Point

Ginebra

Suiza



131 2000000 <http://www.de-cix.net/> 18 Gbps ECO (Electronic Commerce Forum) e.V.

Deutscher Commercial
Internet Exchange

Frankfurt

Alemania



32 100000 <http://www.espanix.net/> 20 Gbps Ninguna – asociación independiente sin ánimo de lucro Banesto, ISC

España Internet
Exchange

Madrid

España



20 100000 <http://www.fccn.pt/gigapix/> 200 Mbps (est.) FCCN (red académica portuguesa) b-on, e-U, Tumba!

GIGA Portuguese
Internet Exchange

Lisboa y Oporto

Portugal



9 100000 <http://www.inex.ie/> 200 Mbps Ninguna – asociación independiente sin ánimo de lucro Data Electronics







Internet Neutral
EXchange

Dublín

Irlanda

La estructuración de la competencia telecomunicaciones de datos.

Modelo de alianzas y cooperación de los Nodos Neutros

	147	3000000	http://www.linx.net/	40 Gbps	Ninguna – asociación independiente sin ánimo de lucro formada por sus miembros	Matrix, TelX, TNS
London Internet Exchange						
Londres						
Gran Bretaña						
	53	100000	http://www.lipex.net/	400 Mbps	Ninguna – empresa independiente	Allied Telesyn, Fibernet, Telehouse, RedBus, Teleticity
London Internet Providers EXchange						
Londres						
Gran Bretaña						
	40		http://www.lonap.net/		Empresa sin ánimo de lucro propiedad de sus miembros	XchangePoint
London Network Access Point						
Londres						
Gran Bretaña						
	15	50000	http://www.lix.lu/		RESTENA (red académica de Luxemburgo); Ministerios de Investigación y de Educación	GéANT, Internet2
Luxembourg Internet eXchange						
Luxemburgo						
Luxemburgo						
	8	50000	http://www.mad-ix.net/	15 Mbps	Ninguna – empresa independiente	Interxion
Madrid Internet Exchange						
Madrid						
España						
	28	250000	http://www.manap.net/	1,5 Gbps	Empresa de responsabilidad limitada propiedad de los miembros	BVQi
Manchester Network Access Point						
Manchester						
Gran Bretaña						



12

<http://www.mix.net.mt/>

Malta Internet Foundation Universidad de Malta

Malta Internet Exchange

Msida

Malta



Milan Internet eXchange

Milan

Italia



127

500000

<http://www.msk-ix.ru/eng> 4 Gbps

Organización dependiente de sus miembros

Ministerio de Ferrocarriles, C&W, Empresa Rusa de Satélites, Sonera, Inst. Kurchatov, Inst. de investigación espacial, Central telefónica de Moscú

Moscow Internet Exchange

Moscú

Rusia



14

200000

<http://www.namex.it/>

1 Gbps

Ninguna – organización sin ánimo de lucro

Ministerio de Comunicaciones

Nautilus Mediterranean Exchange Point

Roma

Italia



Nederlands-Duitse
Internet Exchange
Enschede
Holanda

8 150000 <http://www.ndix.net/>

Soc. de Responsabilidad Fundación Trent,
Limitada. Propietarios: Breedband Twente
Univ. de Trento, Ag. de
desarrollo de Holanda del
Este, Stadtwerke
Münster, Ayto. De
Enschede, Provincia de
Overijssel, Stadt
Münster, Euregio



Internet Exchange i
Sverige
Estocolmo, Malmo,
Goteburgo, Sundsvall
Suecia

36 1000000 <http://www.netnod.se/> 10 Gbps

Empresa. SOF (The Swedish
Propietario: Fund. Operators Forum)
Stiftelsen för
Telematikens utveckling

NIX
Norwegian Internet
eXchange
Oslo
Noruega

58 200000 <http://www.uio.no/nix/> 5 Gbps Universidad de Oslo



Neutral Internet
eXchange of the Czech
Republic
Praga
Rep. Checa

50 250000 <http://www.nix.cz/> 4 Gbps Asociación de
profesionales,
dependiente de sus
miembros.

Par

Paris Internet Exchange
París
Francia

33 500000 <http://www.parix.net> 20 Gbps France Telecom Teletcity



21

<http://www.ronix.ro/>

150 Mbps

ANISP (Asociación Rumana de ISPs)

Romanian Network for Internet eXchange

Bucarest

Rumanía



23

500000

<http://www.top-ix.org/>

Organización sin ánimo de lucro participada por los miembros

CSI-Piemonte

Torino Piemonte Exchange Point

Turín

Italia



79

1000000

<http://www.vix.at/>

5 Gbps

Organización sin ánimo de lucro, dependiente del Centro de Computación de la Universidad de Viena

NIC.at

Vienna Internet eXchange

Viena

Austria



165

<http://www.xchangepoint.net/>

5 Gbps





ISPA-UK, Novac




XchangePoint

Londres






Gran Bretaña


ASIA-PACÍFICO

	Miembros	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. Diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
<hr/>						
SII-IEC <u>Shanghai Internet eXchange Center</u> Shangai China						
<hr/>						
 <u>HKIX - Hong Kong Internet Exchange</u> Hong Kong Hong Kong	71	0	http://www.hkix.net/	19 Gbps	Universidad china de Hong Kong	ISC
<hr/>						
 <u>IIX - Indonesia Internet Exchange</u> Indonesia	99					
<hr/>						
 <u>JPNAP</u> Tokio, Osaka Japón	50	10000000	http://www.jpnap.net/english/	52 Gbps	Internet Multifeed Co., participada por 20 empresas, entre las que destacan: Cisco Systems, NTT, C&W, NEC, Fujitsu.	ISC
<hr/>						
 <u>Japan Internet eXchange</u>	106	15000000	http://www.jpix.co.jp/	35 Gbps	Japan Internet Exchange Co., Ltd., es propiedad de 14 corporaciones, entre las cuales están C&W, Sony, NEC, Fujitsu, Cisco, Abovenet, Japan Telecom, Mitsubishi Electric	KDDI Otemachi




	Miembros	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. Diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
Nagoya, Osaka Japón						
 <u>Network service Provider Internet eXchange Point</u> Kanagawa Japón	106	15000000	http://www.ipix.co.jp/	35 Gbps	Parte del proyecto WIDE	IETF, Univ. de Stanford, ISOC y multitud de patrocinadores, entre los que destacan @Home Japan, AboveNet, C&W, Equant, Fujitsu, Mitsubishi Electric, NTT, Sony, Toshiba, UUNet, Yamaha y un largo etcétera.
DACOMIX <u>Korean Transit Exchange</u>			http://www.bora.net/eng/products/ix_ind.html		BoraNet	
 <u>Korea Internet Neutral eXchange</u> Seoul Korea	25		http://www.kinx.net			Nowcom Co. Ltd, Thrunet Co., Ltd, Hanaro Telecom Inc., KTH, Nextel Inc., Dreamline Co., Ltd., SK Telecom, KTNET, Hansol Telecom
KIX <u>Korean Internet Exchange</u>	14				NCA	PUBNet, KREONet, KOSINet, KOREN.
 <u>Wellington Internet Exchange</u> Wellington Nueva Zelanda	118		http://www.wix.net.nz/		CityLink	




	Miembros	Ingresos (€/ año)	Páginas web	Tráfico (max. Diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
 <p><u>Neutral New Zealand Internet Exchange</u> Waikato Nueva Zelanda</p>			http://www.waikato.ac.nz/NZIX/		Universidad de Waikato	
 <p><u>Auckland Peering Exchange</u> Auckland Nueva Zelanda</p>	24		http://www.ape.net.nz/		CityLink	
<p>MIX <u>Manila Internet eXchange</u> Manila Filipinas</p>	23		http://www.etpi.com.ph		Eastern Telecom	
 <p><u>Philippines Internet Exchange</u> Manila Filipinas</p>	120	15000	http://www.phix.net.ph/		Philippine Long Distance Telephone Company	Infocom, IPhil, Moscom, Virtualink, WorldTel Phil
 <p><u>PHNET CORE</u></p>	6	20000	http://www.ph.net/CORE/	1 Mbps	Philippine Internet Service Organization (PISO)	



	Miembros	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. Diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
<hr/>						
<u>Philippine Common Routing Exchange</u>						
Manila Filipinas						
<hr/>						
	N/D	N/D	http://www.ix.singtel.com/		Singapore Telecom	
<u>SingTel</u> Singapur Korea						
<hr/>						
	12	0	http://www.sox.net.sg		National University of Singapore	
<u>SOX - Singapore Open eXchange</u> Singapur Korea						
<hr/>						
			http://ntl.nectec.or.th/pie/		NTL/NECTEC	
<u>ThaiSarn Public Internet eXchange</u> Tailandia						
<hr/>						
	N/D	N/D	http://www.ausix.net/		Global Center – Australia's Premier Data Centre	
<u>AUSIX.NET - Sydney</u> New South Wales Australia						
<hr/>						
	26	25000	http://www.vix.asn.au		Ninguna – Asociación sin ánimo de lucro	
<u>VIX - Victorian Internet Exchange</u>						





	Miembros	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. Diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
Victoria						
Australia						
	28	25000	http://www.waia.asn.au		WAIA (WA Internet Association)	
<u>Western Australia Internet Exchange</u>						
Australia						

NORTEAMÉRICA





	Mie mbr os	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
 Louisville-nap.net Louisville USA	4		<a href="http://www.louisvil
lenap.net/tech
requirements.html">http://www.louisvil lenap.net/tech requirements.html			
 Mid Atlantic Gigapop for Internet2 Philadelphia USA	26		http://www.magpi. org/			Arcadia University, CAPE, CERMUSA/St. Francis University, Chester County Intermediate Unit, Children's Hospital of Philadelphia, Fox Chase Cancer Center, Johnson & Johnson, Lehigh University, NJEDqe.net, Princeton University, Temple University, Thomas Jefferson University, University of Delaware, University of Pennsylvania, Widener University, BlairPark/Sunesys, Coqent, FastNet, Yipes, European University Information Systems (EUNIS)
 Mi NY6ix - A New York IPv6 exchange New York USA	12		http://www.ny6ix.n et/		<i>Stealth Communication s</i>	

	Mie mbr os	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
NYIIX <u>NYIIX - New York International Internet Exchange (Telehouse) New York USA</u>	57		http://www.nyiix.net/	3 Gbps	Telehouse	
NAP OF THE AMERICAS			http://www.napoftheamericas.com/		Terremark WorldWide Inc.	FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Sao Paulo), Cámara de Comercio e Industria de Madrid, Red Eléctrica de España, S.A., Telvent Desarrollos, S.A., Abengoa, S.A.
 <u>Pittsburgh Internet Exchange Pittsburgh USA</u>	6	0	http://www.pitx.net/	2 Mbps	Pair Networks	
HIX <u>HIX - Hawaii Internet Exchange</u>	24	0	http://www.lava.net/hix		University of Hawaii, Pihana Honolulu Data Center	Verizon, Oceanic communications, UH-Manoa
LAAP - MAE-LA <u>LAAP - A Los Angeles Exchange</u>	16		http://www.laap.net/	200 Mbps	Univ. del Sur de California	Telehouse corp., ISC
 <u>Northwest Access Exchange - Portland</u>	19	80000	http://www.nwax.net/			
 <u>OIX - Oregon Internet Exchange</u>	14	0	http://www.oregon-ix.net/		Universidad de Oregon	Oregon GigaPOP





	Mie mbr os	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
 Pacific Wave Exchange	13		http://www.pacificwave.net/		Pacific Northwest Gigapop	CENIC
 San Diego Network Acces SD-NAP - San Diego (Caida)	23	75000	http://www.caida.org/projects/sdnapp/		Univ. de California, CAIDA	San Diego Supercomputer Center
SIX SIX - Seattle Internet Exchange	77	0	http://www.seattleix.net/	1,5 Gbps	Westin Building	
 IndyX - Indianapolis Data Exchange	23		http://www.indyx.net/		OneCall	
MAE East	41		http://www.mae-east.net/		MCI	
MAE West	36		http://www.mae-west.net/		MCI	
MAE Central	8		http://www.mae-central.net/		MCI	
MAE Los Angeles	N/D		http://www.mae.net/		MCI	
MAE Paris	18		http://www.mae.net/		MCI	
MAE Frankfurt	23		http://www.mae.net/		MCI	

	Mie mbr os	Ingresos (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
 Ottawa Internet eXchange	15	0	http://www.ottix.net/			National Research Council (Canadá), ISC
 Toronto Internet Exchange	46	0	http://www.torontointernetexchange.net/	1 Gbps	RACO	ISC
 Switch and Data (PAIX)	340		http://www.paix.net/		Switch and Data	
 IBX (Equinix)			http://www.equinix.com/index2.htm		Equinix	

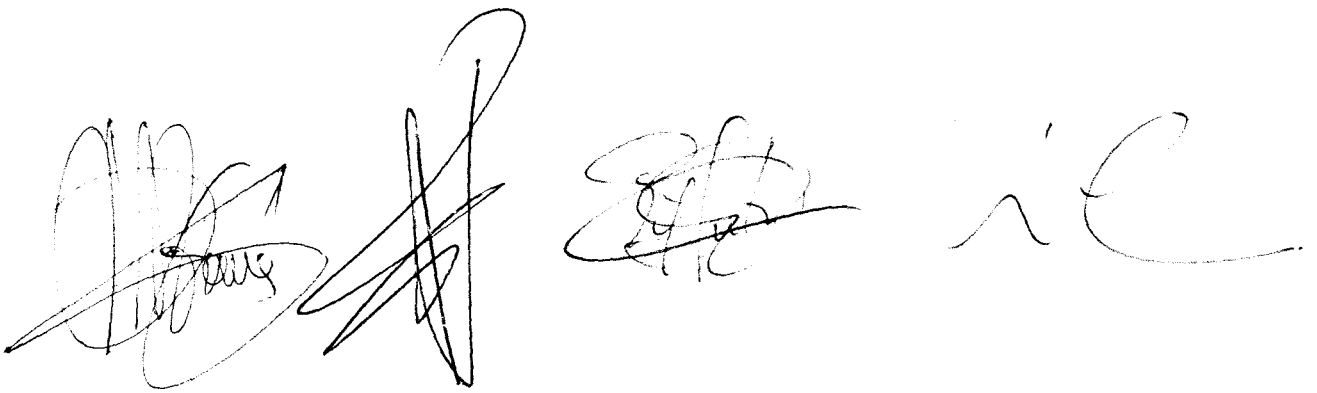
LATINOAMÉRICA

	Miembros	Ingresos (€/ año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
 CABASE <u>CABASE</u>	40		http://www.cabase.org.ar		Asociación sin ánimo de lucro	
 ANSP <u>ANSP</u>	50	0	http://www.ansp.br/	200 Mbps	FAPESP (red de investigación de Sao Paulo, Brasil)	
RSIX <u>RSIX</u>	6		http://www.rsix.tche.br/	170 Mbps	RNP, UFRGS, POP-RS, Rede Tchê	Extreme Networks
 NAP CHILE <u>NAP CHILE</u>	19		http://www.nap.cl/		NAP Chile, S.A.	SUBTEL (Subsecretaría de Telecomunicaciones)
 Internet NAP Colombia <u>Internet NAP Colombia</u>	15		http://www.nap.com.co/	140 Mbps	Cámara colombiana de informática y telecomunicaciones	

ÁFRICA Y ORIENTE PRÓXIMO

	Mie mbr os	Ingreso s (€ / año)	Páginas web	Tráfico (max. diario)	Dependencia institucional	Relaciones institucionales
<p>www.nixi.org</p> <p><u>India National Internet eXchange</u></p>	13	0	http://www.nixi.org/		Empresa sin ánimo de lucro tutelada por el Ministerio de Comunicaciones y TI indio	Software Technology Parks of India
 <p><u>Israeli IIX</u></p>	21	100000	http://www.isoc.org.il/fs_isoc_2x.html	500 Mbps	Actividad de ISOC Israel	Med-1
 <p><u>Mozambique Internet eXchange</u></p>	8		http://www.mozix.org.mz/junte_se.htm	1 Mbps	Asociación sin ánimo de lucro formada por los miembros	
 <p><u>Ibadan Internet eXchange</u></p> <p><u>Ibadan</u></p> <p><u>Nigeria</u></p>	2		http://www.ib-ix.net/	1 kbps	Asociación sin ánimo de lucro formada por los miembros	
<p>:: www.jinx.net.za ::</p> <p>Johannesburg Internet eXchange</p> <p>Cape Town Internet eXchange</p>	20	1000000	http://www.jinx.net.za/		ISPA (Asociación de proveedores de Internet)	
 <p><u>South African Internet eXchange</u></p>	116		http://www.saix.net/		Telkom	

El jurado de Examinadores reunido en sesión de
de la fecha, acordó calificar la presente Tesis
Doctoral con la calificación de **SOBRESALIENTE "CUM LAUDE"**
Madrid, 23, SEPTIEMBRE, DE 2004



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID



5407112862