



**“La Nube”, consolidación de las TIC como Servicio a la PYME
Estado del arte y definición**

Cátedra Telefónica-UPC

Análisis de la Evolución y Tendencias Futuras de la Sociedad de la Información

Autor:

Ernesto Mucci, colaborador Cátedra Telefónica-UPC

Ferran Sabaté Garriga, coordinador Cátedra Telefónica-UPC

Edita:

Lluis Jofre Roca, director Cátedra Telefónica-UPC

Publica:

Cátedra Telefónica-UPC de

Análisis de la Evolución y Tendencias Futuras de la Sociedad de la Información.

El informe es una adaptación parcial del PFC “El impacto de la Nube en la Productividad de la PYME” realizado por Ernesto Mucci en el marco de la Cátedra.

Barcelona, diciembre 2009



Impresión: CPET S.C.C.L.

DL: B-48165-2009

Contenido

1. Objetivos y metodología	1
2. Introducción	2
3. Barreras para la adopción de TIC en la PYME	5
4. Iniciativas de apoyo a la adopción de TIC en la PYME	7
Plan Avanza.....	7
Pla Pimestic.cat	8
Catalunya 4.0	9
22@ y Barcelona Digital.....	9
UPC - Grado en SSME.....	10
Eficiencia de las iniciativas de apoyo	10
5. La Nube y TICs como servicio. ¿Una oportunidad para la PYME?	12
5.1. Antecedentes	12
5.2. Aproximaciones a la Nube. Ventajas e inconvenientes.	12
5.3. Definición de consenso	17
5.4. Versiones de la Nube	19
5.5. Clasificación de los servicios de la nube	20
6. Mapa del estado del arte	22
7. Referencias.....	27

1. Objetivos y metodología

Este documento tiene como objetivo presentar las nuevas soluciones en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de *Cloud Computing*, en adelante *la Nube*, como una oportunidad para mejorar la productividad de la PYME y de las grandes empresas.

Con tal de validar la idea de que una nueva solución TIC puede tener un impacto positivo sobre la productividad de la PYME, se presentan numerosas referencias de ámbito académico así como informes que avalan la idea que cuanto mayor sea el grado de adopción TIC, más grande será el impacto en la productividad de la empresa. En segundo lugar, se investigan las barreras que parecen existir en la adopción de las TIC en la empresa y la PYME en particular, según describen diversos artículos y estudios que abordan esta problemática. Luego, se presentan algunas de las iniciativas existentes para superar estas barreras, tanto a nivel público como privado. Y finalmente, se muestra como la evolución de las TIC ha llevado a la aparición de una nueva filosofía de todo como servicio, que se ha dado a conocer como *Cloud Computing* o *la Nube*, y que promete ayudar a romper las barreras existentes.

2. Introducción

Teniendo en cuenta que el 94% de las empresas españolas tienen menos de 10 trabajadores (microempresa), y el 52% no tiene ningún asalariado (INE, 2009), se entiende la importancia que tiene la pequeña y mediana empresa (PYME) en el tejido empresarial español y catalán, y porque es tan necesaria la mejora de la productividad en este sector.

Entendiendo la productividad como la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla (Kanawaty, 1992) se observa que un aumento de la misma se obtiene mejorando los procesos productivos y aprovechando mejor los recursos. En este aspecto la tecnología juega un papel fundamental, especialmente las TIC.

Hoy en día el potencial de las TIC para mejorar la competitividad en la PYME ha sido ampliamente reconocido y existen numerosas iniciativas gubernamentales y privadas que incitan a la adopción de las TIC para aprovechar sus beneficios (e.g., Morgan et al., 2006; Dewan et al., 2008). Además se ha observado que las empresas con éxito y crecimiento han establecido gradualmente las TIC como una ventaja estratégica (Antlova, 2009).

Sin embargo de 1985 a 1995 se daba la paradoja que la inversión en TIC crecía pero no iba acompañada del incremento esperado en la productividad (Brynjolfsson, 1993). Esta situación cambió a partir de la segunda mitad de los 90 y creó la discusión acerca de si dicho cambio suponía el fin de la paradoja (Billón Currás et al., 2007). Desde entonces y con el fin de refutar o corroborar la paradoja, se han desarrollado múltiples trabajos centrados en estudiar el impacto TIC en el output y el aumento de la productividad del trabajo a un nivel macroeconómico tanto en Estados Unidos (e.g., Gordon, 2000; Oliner & Sichel, 2000; Jorgenson, 2001; Colecchia & Schreyer, 2002; Timmer & Van Arky, 2005) como en algunos países europeos (eg., Colecchia & Schreyer, 2002; Daveri, 2002; Stiroh, 2002).

Billón Currás et al. (2007) destaca que a partir de 1995 también aumentaron el número de trabajos que estudian a un nivel microeconómico la relación entre la inversión en TIC y el incremento de la productividad, gracias a los cuales se puede conseguir cuantificar el retorno de dichas inversiones. En Estados Unidos se encuentran trabajos como el de Brynjolfsson (2003), Lehr & Lichtenberg (1999) o Dewan & Min (1997) y a nivel europeo el francés Greenan et al. (2001), el alemán Licht & Moch (1999) o los españoles DRM Consulting & SEDISI (2003), Dans (2001), Hernando & Núñez (2004) o Sanjurjo (2003).

“DRM Consulting & SEDISI (2003) demuestran que un 18% y un 11% del crecimiento de la productividad en los sectores del comercio y hostelería y la construcción, respectivamente, se explicaría por la inversión TIC. Dans (2001) en un trabajo referido a 1.700 PYMES obtiene un retorno de la inversión en ordenadores del 93,9%, si bien el efecto no es lineal ya que éste aumenta cuanto menor es el número de PCs en la empresa. Hernando & Núñez (2004) obtienen que el capital TIC explica cerca del 25% del crecimiento de la productividad del trabajo. Los autores encuentran gran heterogeneidad en lo que se refiere al impacto de las TIC en las empresas españolas, con un número importante de ellas en las que el impacto es negativo dado

que el esfuerzo inversor en TIC no compensa la alta tasa de depreciación del capital TIC ya instalado. En la misma línea se ubica el trabajo de Sanjurjo (2003).” (Billón Currás et al., 2007).

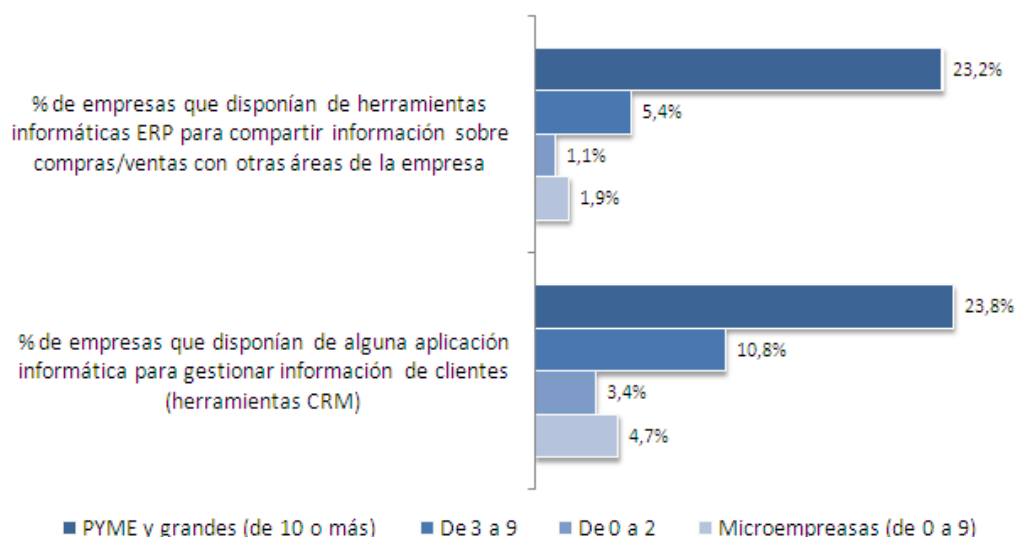
Dada la variedad de TICs existentes es muy complicado evaluar el impacto que la inversión en cada una de ellas tiene sobre la productividad, por ello en la mayoría de los estudios se decide tomar como inversión TIC sólo la compra de ordenadores (Billón Currás et al., 2007). Esta visión sesgada de las TICs se debe tener en cuenta a la hora de leer los resultados de dichos trabajos. De hecho con el paso del tiempo se ha constatado que para analizar el impacto TIC es más importante evaluar el uso que se hace de ellas que la inversión en las mismas. En esta línea existen diferentes estudios que demuestran que un uso mayor de los ordenadores en la empresa favorece un incremento de la productividad. (eg., Lehr & Lichtenberg, 1999; Gilchrist et al., 2001; Greenan et al., 2001; Gretton et al., 2002), lo que induce a pensar que el uso de herramientas TIC de mayor complejidad y valor añadido como puede ser un ERP tengan el mismo efecto sobre la productividad.

Con el fin de la paradoja se pone de manifiesto que si con los potenciales beneficios todavía hay empresas que no usan las TIC, se debe a que existen una serie de barreras para su adopción y uso. Dichas barreras pueden ser internas y externas a la PYME, por tanto para superarlas la PYME necesita apoyo interno y ayuda externa. (e.g., Kapurubandara & Ieee, 2008; Ihstrom et al., 2002)

Estas barreras parecen ser especialmente importante en el caso de la microempresa, ya que como recogen las conclusiones del documento TecnoPYME.CAT (Sabaté et al., 2008), el Nivel de Utilización de las TIC (NUT) es menor cuánto menor es el tamaño de la PYME, aunque también influye el sector o actividad de la empresa. Por ejemplo, la microempresa de comercio detallista tiene un bajo NUT, a pesar de que la mayoría tiene conexión a internet. También hay diferencias importantes dependiendo del gremio. Sin embargo, la micro y aún más la pequeña empresa industrial y comercial al por mayor tienen un nivel medio de NUT, y la gran mayoría dispone de internet. Con un nivel alto de NUT se encuentran la pequeña y mediana empresa exportadora, las cuales en casi toda su totalidad disponen de internet.

Sabaté et al. (2008) destaca que el bajo índice de respuesta de la microempresa detallista a la encuesta realizada en la elaboración de TecnoPYME.CAT, puede deberse a un nivel de utilización de las TIC muy bajo e incluso un desinterés por ellas.

Otra diferencia importante que existe en función del tamaño de la empresa es el tipo de aplicaciones informáticas usadas. A mayor tamaño de empresa, se hace más uso de aquellas TIC de mayor valor añadido y mayor complejidad, ya que tal y como recoge ONTSI (2008) en su Informe Anual, apenas el 1,9% de las microempresas usan alguna herramienta de gestión de procesos empresariales (ERP) y un 4,7% usan aplicaciones para gestionar la información de los clientes (CRM), frente al 23,2% y al 23,8% respectivamente de la PYME con más de 10 empleados y la gran empresa.

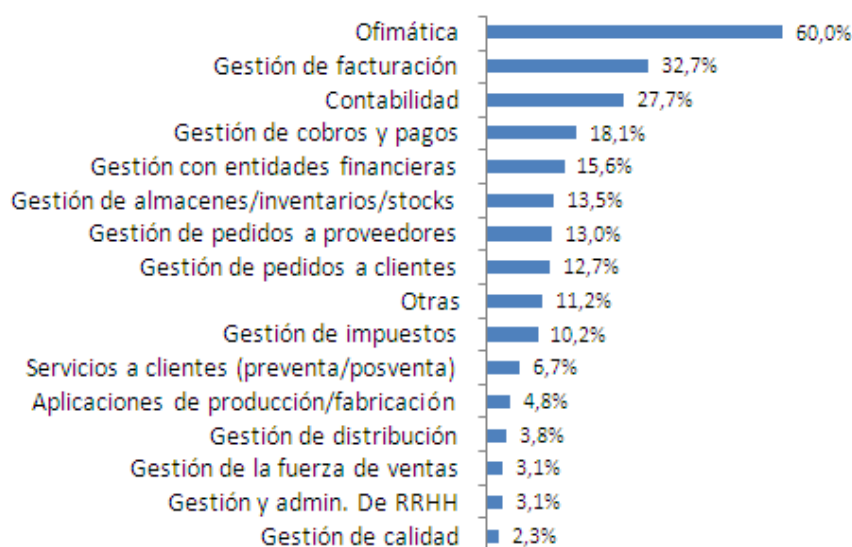


Fuente: ONTSI, 2008 a partir de datos de INE 2008.

Base: total de empresas.

Figura 1 - % de empresas con herramientas ERP y CRM.

Las herramientas más populares entre la microempresa son las de ofimática, siendo utilizadas por un 60%, a más de treinta puntos por detrás se encuentran las de gestión de facturación (32,7%) y de contabilidad (27,7%). Las que menos usan son las de gestión de distribución (3,8%), gestión de la fuerza de ventas (3,1%), gestión y administración de RRHH (3,1%) y gestión de calidad (2,3%). (ONTSI, 2007).



Fuente: ONTSI, 2007 a partir de los datos del INE 2006.

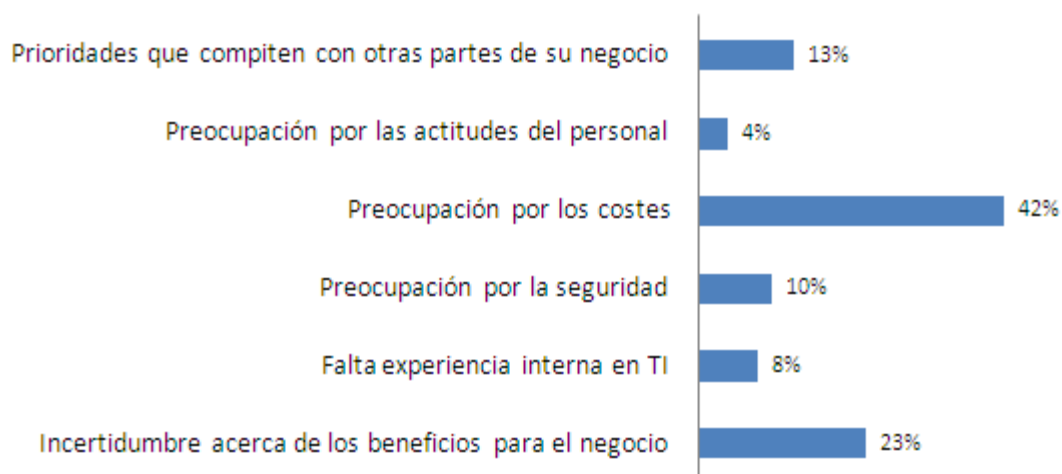
Base: total de microempresas.

Figura 2 – Aplicaciones informáticas en los ordenadores de las microempresas.

En cualquier caso, estos índices de bajo NUT hacen más evidente la existencia de barreras para la adopción TIC en la empresa, y como el NUT es aún menor cuanto más pequeña es la empresa, se entiende que las barreras afectarán en mayor medida a la PYME y sobre todo a microempresas. En el siguiente apartado se hace una revisión de los estudios que tratan sobre las barreras de las TIC en la PYME.

3. Barreras para la adopción de TIC en la PYME

En un estudio que explora los factores que facilitan o dificultan el éxito en la adopción y el uso de las TIC en la PYME británica, Dyerson et al. (2008) afirma que la PYME está generalmente satisfecha con sus inversiones en TIC, pero está preocupada por el coste de tales inversiones y no está segura acerca de los beneficios que le puedan reportar. Esta afirmación coincide con las conclusiones de Sabaté et al. (2008) y constituyen, como se observa en la figura 3, las principales barreras que encuentra la PYME a la hora de adoptar las TIC.



Fuente: Dyerson et al., 2008

Figura 3 - Barreras que dificultan la inversión en TICs.

En la figura 4 se comparan las respuestas obtenidas por el ONTSI (2008) -en su informe anual en una encuesta realizada a microempresas españolas, donde se les preguntaba que tendría que cambiar para que adoptaran las TIC en mayor medida- con los factores promotores de las TIC que se detectaron en la encuesta realizada por Sabaté et al. (2008) en TecnoPYME.CAT. Como se observa, las respuestas de ambos hacen pensar que hay una percepción de falta de utilidad específica en la oferta para la microempresa y vuelve a aparecer la preocupación relacionada con los aspectos económicos y financieros.

Otro de los factores que actúan como barrera según Dyerson et al. (2008), es la falta de conocimientos y habilidades relacionadas con las TIC por parte de la PYME, lo que implica una falta de visión estratégica de cómo las TIC podrían ayudar a mejorar el negocio. Esto puede deberse, por ejemplo, a un desfase generacional, o a que son demasiado pequeñas como para contratar personal TIC, entre otras razones.

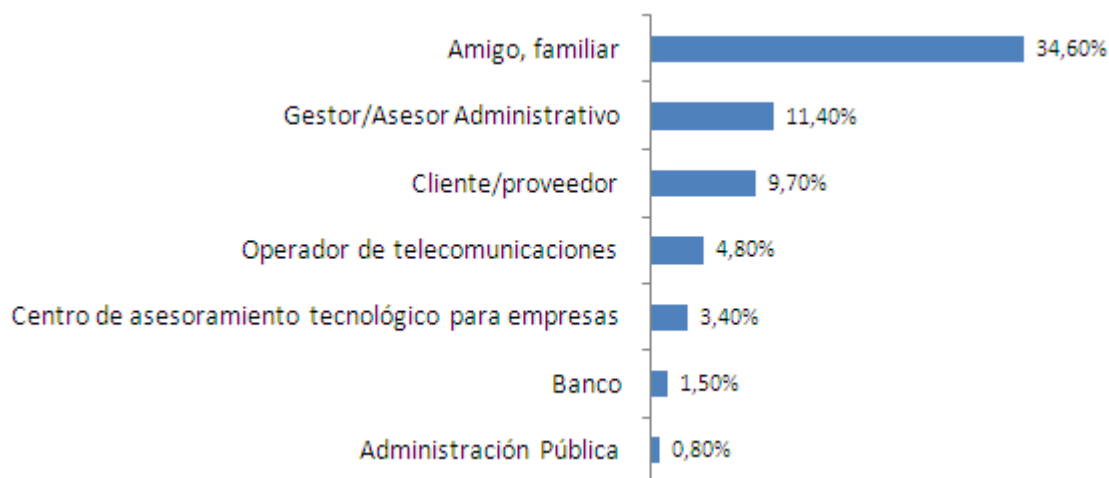
Por otro lado, la falta de asesoramiento o el uso de asesores no profesionales (figura 5 y 6) (e.g., Morgan et al., 2006; Sabaté et al., 2008; ONTSI, 2007), inducen a la necesidad de crear la figura de un profesional dual con conocimientos de empresa y de TIC.



Fuente: Dyerson et al., 2008

Figura 4 - Fuente de asesoramiento TIC de la PYME.

La falta o el inadecuado asesoramiento TIC se ve agravado en la microempresa, ya que como se puede observar en la figura 6 esta categoría de empresas son asesoradas mayoritariamente por un amigo o familiar. A más de veinte puntos por detrás se encuentra el gestor o asesor administrativo, y no llegan al 4% las que recurren a empresas de asesoramiento tecnológico. Con esto se constata la necesidad de informar a las empresas de los beneficios de recibir un buen asesoramiento.



Fuente: ONTSI, 2007 a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística 2006.

Base: Porcentaje sobre el total de microempresas que disponen de herramientas TIC.

Figura 5 - Asesor tecnológico habitual.

La lista de barreras anteriores justifica que diversos países hayan creado iniciativas públicas y/o privadas con el fin de superarlas. En el siguiente apartado se identifican y describen las principales iniciativas que se desarrollan a nivel español y catalán.

4. Iniciativas de apoyo a la adopción de TIC en la PYME

Como se ha dicho anteriormente son necesarias ciertas iniciativas que permitan solventar estas barreras. Estas iniciativas pueden venir tanto del ámbito privado como el público, si bien es comprensible que, teniendo en cuenta el impacto que tiene la PYME en la economía, el estado asuma un papel importante en potenciar la implantación y el uso de las TIC en estas empresas, en pro de obtener un crecimiento económico. Con este objetivo, en la mayoría de países desarrollados o en vías de desarrollo, existen diferentes iniciativas. A continuación se explicarán las principales que existen en España, Cataluña y Barcelona.

Plan Avanza

El gobierno español creó en 2005 el Plan Avanza. Por un lado se orienta a promover las TIC en la PYME para conseguir un modelo de crecimiento económico basado en el incremento de la competitividad y la productividad, mientras que por otro lado promueve la igualdad social y regional y la mejora del bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos.

Avanza se divide en cuatro áreas de actuación, las cuales se explican a continuación. 1) *Ciudadanía Digital*, que persigue aumentar la equipación y el uso de las TIC en los hogares y en la vida cotidiana, así como dar a conocer los beneficios de la Sociedad de la Información a la ciudadanía. 2) *Economía Digital*, con la que se pretende incrementar la adopción de las TIC en la PYME, impulsando por ejemplo la implantación de la factura electrónica. 3) *Servicios Públicos Digitales*, cuyos objetivos son desarrollar por completo la Administración Electrónica, garantizar el derecho de los ciudadanos y las empresas a relacionarse electrónicamente con las Administraciones Públicas, y pasar de la educación tradicional a la educación digital. 4) *Contexto Digital*, que busca extender la infraestructura de telecomunicaciones en áreas con demanda desatendida, aumentar la penetración de la banda ancha, concienciar, formar y sensibilizar en materia de seguridad de las TIC, e impulsar la identidad digital (Plan Avanza, 2005).

En el año 2009 se renueva el plan con el objetivo de afianzar los éxitos logrados, y pasa a conocerse como el plan Avanza2. Y aunque se modifican algunas de las líneas de actuación, el crecimiento de la economía mediante el uso intensivo y generalizado de las TIC sigue siendo su mayor meta.

Si en la primera versión de Avanza el reto era potenciar la oferta de TIC, en este el objetivo es fomentar la demanda y aprovechar el impulso del sector TIC para consolidar una industria especializada, que promueva la innovación y la creación de empleos cualificados.

Los ejes de Avanza2 son cinco: 1) *Desarrollo del sector TIC*, con intención de dar soporte a las empresas que desarrollen nuevos productos, procesos, aplicaciones, contenidos y servicios TIC. Teniendo la PYME la prioridad en recibir las ayudas. 2) *Capacitación TIC*, mediante la cual se pretende incorporar a masivamente a la Sociedad de la Información a los ciudadanos y a las empresas, dando prioridad a la PYME, a sus trabajadores, a microempresas y a colectivos especiales como pueden ser personas mayores o discapacitados. 3) *Servicios Públicos Digitales*,

que persigue seguir mejorando el acceso a la administración electrónica potenciando todas las funcionalidades del DNI electrónico, además de seguir aumentando la digitalización de la enseñanza y la sanidad. 4) *Infraestructura*, muy centrado en la adopción de la TDT y la aplicación de la nueva normativa de infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) en edificios y canalizaciones de telecomunicaciones en dominio público, 5) *Confianza y Seguridad*, se quiere aumentar la confianza en las TIC entre los ciudadanos y empresas para fomentar el uso de los mismos (Plan Avanza 2, 2009).

Pla Pimestic.cat

En Catalunya el gobierno de la Generalitat ha elaborado el plan Pimestic.cat con la finalidad de incorporar las TIC en la PYME, y así mejorar la productividad. Esta iniciativa consta de tres ejes de actuación: *difusión y sensibilización, asesoramiento y orientación, e implementación y financiación de las TIC*.

Se enmarcan dentro del eje de *difusión y sensibilización* una serie de jornadas con la PYME, que se realizan cerca de su territorio de actuación y que incentivan la adopción de las TIC dando a conocer casos de éxito de otras empresas que ya las han adoptado. Además, se les informa sobre ayudas y vías de financiación de las que se pueden beneficiar. También se les permite la participación para conocer sus dudas y se les ofrece una cierta formación. Ésta y más información, como es una base de datos con información de las empresas que ofrecen productos y servicios TIC, se difunden también mediante su página web.

En el eje de *asesoramiento y orientación* se encuentra un servicio de orientación PIMESTIC, con el cual la Generalitat pone a disposición de la PYME y la microempresa catalana a un experto en orientación tecnológica. Este profesional analizará los objetivos estratégicos, el nivel de implantación y uso de las TIC en la empresa y propondrá mejoras basadas en el las TIC. Para satisfacer las necesidades de todas las empresas existen dos tipos de servicios, uno *básico* para aquellas que usan las TIC solo para lo más elemental, y uno *avanzado* para las empresas que ya usan las nuevas tecnologías pero quieren mejorar su grado de aprovechamiento con herramientas más avanzadas.

El tercer eje de actuación es el de la *implementación y financiación*, con este se pretende fomentar la innovación tanto en materia TIC, como en organización, funcionalidad y nuevos métodos de marketing que permitan a las empresas desmarcarse de la competencia. Además, se quiere ayudar a implementar soluciones TIC sectoriales, para que creen un referente de implementación en sectores determinados. También se ha desarrollado un paquete ofimático para microempresas, basados en código libre, y que se adapte a las necesidades del autónomo. Finalmente, la factura y la firma electrónica son otra de las cuestiones que se tratan de impulsar desde este eje (PIMESTIC, 2009).

Catalunya 4.0

Esta es una iniciativa conjunta de la empresa privada y la administración (Telefónica y la Generalitat de Catalunya), que define un plan para impulsar el uso de las TIC en cuatro áreas que se consideran prioritarias para el desarrollo de la Sociedad de la Información. Éstas son: administración, sanidad, educación y competitividad (Catalunya 4.0, 2009).

La iniciativa en el área de competitividad consta de cuatro proyectos, que claramente encajan en resolver las barreras identificadas en el apartado anterior:

Gestores Business-TECH, cuyo objetivo es formar a un nuevo profesional con un 50% de conocimientos en empresa y el otro 50% en tecnología, mediante la creación de una nueva titulación de Formación Profesional de Grado Superior. También se plantea la posibilidad de realizar cursos de reciclaje on-line. El proyecto requiere de la colaboración de diferentes entidades: cámaras de comercio, gestorías, patronales, o incluso apoyándose en otras iniciativas como PIMESTIC, visto en el punto anterior. Es evidente que esta iniciativa va dirigida a eliminar la barrera que supone la falta o el mal asesoramiento en materia TIC a la empresa, y en especial a la PYME. Como se verá existen también iniciativas de formación con este mismo enfoque pero a nivel universitario.

Programa de servicios PYME-red destinado a las microempresas. El objetivo es crear para ellas soluciones simples (que se puedan usar desde un móvil) y útiles, que no necesiten una inversión inicial y que paguen sólo por el uso que les dan, incluyendo mantenimiento y soporte.

Módulos formativos específicos en TIC, para asegurar que los trabajadores y desempleados se mantienen al día en materia TIC. Podrán ser presenciales u on-line, y habrán de diferentes niveles, desde los que forman a un usuario básico, hasta los avanzados que instruyen en software y funcionalidades específicas.

Centro de conocimiento en negocio electrónico, cuyo objetivo principal es dar a conocer a las empresas la utilidad y los beneficios que les reportan las TIC, y así incentivar su uso a las que aún no las aplican a fondo. Para esto aprovecha y promueve iniciativas en marcha bdigital, Pimestic, etc. Son centros de buenas prácticas, de formación y desarrollo del conocimiento, y se lleva a cabo con acuerdos públicos-privados y con la colaboración de las Universidades.

22@ y Barcelona Digital

22@ y Barcelona Digital (bdigital) son ejemplos de iniciativas relacionada con el impulso de las TIC en el ámbito de la administración local, en este caso por el ayuntamiento de Barcelona.

El proyecto 22@ pretende agrupar a empresas del sector TIC en el distrito del 22@. Con esta agrupación se busca crear la infraestructura necesaria para el desarrollo del sector de las nuevas tecnologías en la ciudad. Es un elemento básico para las empresas de innovación la cercanía a la universidad, por ello también se han instalado en el 22@ universidades como la Politécnica de

Catalunya (UPC) o la Pompeu Fabra (UPF). Esta agrupación también favorece el aumento de la producción del sector, y que otras empresas del mismo se acerquen a esta zona, dando como resultado un aumento del empleo cualificado. Actualmente ya hay numerosas empresas que han trasladado su sede a este distrito, como por ejemplo Telefónica, Mediativ o Mediapro (22@Barcelona, 2008).

Barcelona Digital, promovido por entes públicos y privados, es un centro de I+D+i y de transferencia tecnológica, que busca el desarrollo de la Sociedad de la Información y el crecimiento del sector de las TIC. Tiene fama mundial por su excelencia en el ámbito de la aplicación de las TIC a la salud, la seguridad y la movilidad. Entre los servicios que ofrece se encuentra la obtención de financiación para la investigación y la innovación y el asesoramiento tecnológico y la formación. Los profesionales que trabajan en bdigital forman equipos multidisciplinares, con una amplia red de colaboradores, siendo capaces de poner en común el lenguaje científico y las necesidades empresariales (bdigital, 2009).

UPC - Grado en SSME

La UPC tiene la voluntad de crear y potenciar académicamente una nueva área emergente llamada "Service Science, Management, and Engineering (SSME)". Para ello cuenta con el apoyo de IBM¹, uno de los principales impulsores de la nueva disciplina en el mundo. Esta área académica y de investigación es fuertemente multidisciplinar, ya que integra aspectos de campos como el de la informática, ingeniería, gestión y estrategia empresarial, ciencias sociales, legales...

En consecuencia, la Facultad de Informática de Barcelona (FIB) prevé un grado centrado en la nueva disciplina, que pretende dar respuesta a las nuevas profesiones surgidas por la difusión de las TIC en la sociedad y en las actividades de las empresas, instituciones y ciudadanos, con especial énfasis en el rol predominante que los servicios han alcanzado en la economía y el potencial de las TIC para alimentar la productividad, la calidad y la innovación.

Eficiencia de las iniciativas de apoyo

Para que las políticas presentadas anteriormente funcionen correctamente, se debe tener un enfoque y una visión clara de cómo funcionan las pequeñas empresas, como identifican las oportunidades de negocio, y como generan beneficios y crean riqueza (Taylor & Murphy, 2004). Además deben ir encaminadas a atraer inversiones extranjeras y aumentar el nivel de educación de la fuerza laboral (Bayo-Moriones & Lera-Lopez, 2007).

En el Reino Unido también se ha demostrado un fuerte interés en ayudar y apoyar la adopción y uso de las TIC en la PYME. Sin embargo las soluciones propuestas parecen estar fallando. Según Dyerson et al. (2008) no queda claro si el fracaso de la PYME a la hora de beneficiarse del

¹ IBM: <http://www.ibm.com/developerworks/spaces/ssme>

asesoramiento y la orientación proporcionada por el Estado refleja la calidad de las soluciones ofrecidas o la falta más elemental de conocimiento por parte de la PYME.

La duda que tiene Dyerson et al. (2008) acerca de la calidad de las soluciones ofrecidas a la PYME, pone de manifiesto la necesidad de que iniciativas como Catalunya 4.0 o el nuevo grado SSME de la UPC, y en general, todas aquellas referidas a la formación de un nuevo tipo de profesional, alcancen un alto nivel de interacción con la PYME.

Redoli et al. (2008) creó una herramienta en forma de modelo que ayuda a entender como una empresa está usando las TIC y “como” y “cuando” una compañía debería incorporar nuevos elementos tecnológicos. Este modelo se puede usar para guiar las políticas gubernamentales dedicadas a fomentar la introducción de las TIC en la PYME. El modelo también sirve como una herramienta innovadora para la educación superior, ayudando a los jóvenes ingenieros que entienden mucho de tecnología pero poco de negocios, a que tengan un punto de vista combinado de negocios y tecnología.

Una vez planteadas las barreras y las iniciativas de apoyo, conviene centrarse (siguiente apartado) en nuevas soluciones para incorporar las TIC en la PYME.

5. La Nube y TICs como servicio. ¿Una oportunidad para la PYME?

5.1. Antecedentes

Con la implantación masiva de internet en las empresas ha llegado una nueva forma de adoptar las TIC, esta es la adopción de las TIC basada en internet. Dicha solución proporciona herramientas de comunicación efectivas de bajo coste para los clientes (Tan et al., 2009). Esto es algo muy a tener en cuenta para la PYME, que adopta las TIC de una forma gradual y precisa de no tener que hacer grandes inversiones y repartir el esfuerzo durante años (e.g., Bettiol et al., 2008; Kapurubandara & Ieee, 2008). Pero también aparece un nuevo problema, la seguridad, que puede llegar a ser una nueva barrera en esta forma de adopción TIC (Tan et al., 2009).

La adopción de las TIC basadas en internet ha hecho posible el **paradigma de todo como servicio**, donde el usuario paga por el uso realizado del servicio. Estos pueden variar desde aplicaciones software (Software as a Services o SaaS), proporcionadas por Proveedores de Servicios de Aplicación (ASP por sus siglas en inglés), hasta infraestructuras de sistemas (Infrastructure as a Service o IaaS). Esta fórmula se intuye como una buena solución para la PYME, en la línea de saltar las barreras que le impedían aprovechar las TIC.

Heart & Pliskin, 2002) definieron este concepto como "eRent" de Sistemas de Información (SI), realizado a través de internet y gracias a un ASP. Afirman que para la PYME, los SI a través de "eRental" podría ser una solución atractiva frente a las costosas y complejas adquisiciones e implementaciones de las TIC tradicionales.

También Johansson (2003) afirma que la principal razón para que la PYME decida adoptar las TIC mediante la contratación de un ASP, es que estos permiten un control total del coste y un menor coste a la hora de adoptarlas y mantenerlas. A pesar de esto, asegura que si se examina detenidamente esta decisión se observa que los clientes no enfatizan estas razones, e induce a pensar que la perspectiva del coste es secundaria para la PYME. De esta forma identifica las tres razones principales por las que los clientes de ASPs contratan sus servicios. La principal es que la empresa busca *externalizar* todo lo que no sean competencias básicas de su negocio, cosa que en su mayoría suelen cumplir los Sistemas de Información, luego se encuentran *la falta de personal cualificado* y *la estrategia general de la organización*.

Yang et al. (2004) propone un ASP Colaborativo (CASP) para mejorar la situación de la PYME. El CASP introduce una arquitectura abierta, dinámica, reconfigurable, escalable y robusta, permitiendo a la PYME obtener un servicio de alquiler de software online de alta calidad y bajo coste, y el apoyo a miembros aliados para competir por un mercado colaborativo.

5.2. Aproximaciones a la Nube. Ventajas e inconvenientes.

El paradigma de todo como servicio ha derivado en la aparición de un nuevo concepto, el Cloud Computing o la Nube. Como este es un tema muy reciente y las bases de datos académicas tardan varios meses, o incluso años en incorporar nuevos artículos, los resultados obtenidos al buscar

conocimiento en estas fuentes son muy escasos. La mayor parte de la información referente al *Cloud Computing* se encuentra en las páginas web de empresas como IBM, Google, Computer Associates, Gartner, Amazon o Salesforce, también en revistas como NetworkWorld del grupo IDG o blogs personales como el del profesor del IE Business School de Madrid el Dr. Enrique Dans.

IBM² habla del *Cloud Computing* como un nuevo modelo de computación que se une a los ya existentes modelos de ordenador central y de servidor-cliente, el cual se caracteriza por ser un modelo de aprovisionamiento rápido de recursos TI que potencia la prestación de servicios TI y servicios de negocio, facilitando la operativa del usuario final y del prestador del servicio. Además todo ello se realiza de manera fiable y segura, con una escalabilidad elástica que es capaz de atender fuertes cambios en la demanda no previsible a priori, sin que esto suponga apenas un incremento en los costes de gestión. Además afirman que ha surgido para responder el aumento exponencial del número de dispositivos conectados a internet.

La revista CIO³ España, del grupo IDG, define la Nube como una pila de recursos fuera de la empresa, proporcionados por un proveedor externo, y soportados y compartidos a través de Internet. Con esta definición más breve es fácil entender porque Nick Carr asegura que toda la tecnología se moverá a la Nube, y es que como dice en su libro "The big switch"⁴, "hoy en día las empresas no producen su propia electricidad ni cavan sus propios pozos". Aunque como bien matiza Enrique Dans⁵ en su blog, puede que el futuro se encuentre en un punto intermedio y que lo óptimo sea combinar recursos propios con recursos de la Nube.

En Wikipedia (versión inglesa) se define Cloud Computing como un nuevo paradigma donde los usuarios no necesitan conocimientos, experiencia o el control sobre la infraestructura de tecnología "en la Nube" que los apoya. Implica la prestación de servicios a través de internet de forma dinámica, escalable y con frecuencia los recursos están virtualizados.

Por su parte Gartner⁶ define Cloud Computing como un estilo de informática en el que se aprovisionan masivamente a múltiples clientes externas capacidades relacionadas con las TIC y escalables como si de un servicio se tratara (en inglés, "as a service", según palabras textuales de la consultora) y utilizando tecnologías de internet.

Gartner destaca la confusión que hay acerca de lo que es *Cloud Computing* y lo que no. IBM coincide en la existencia de esta confusión y asegura que otras empresas están aprovechando esta situación vendiendo servicios como Nube cuando realmente no lo son. IBM asegura que esta degradación conlleva un riesgo de rechazo por parte del mercado, cuando realmente se trata de un modelo que ofrece múltiples ventajas a usuarios y empresas. Esta confusión deriva según

² IBM: <http://www-05.ibm.com/es/cloudcomputing/index.html>

³ CIO: <http://www.idg.es/cio/mostrarArticulo.asp?id=192057&seccion=>

⁴ "The big switch": <http://www.nicholasgcarr.com/bigswitch/>

⁵ Enrique Dans: <http://www.enriquedans.com/?s=la+Nube&x=0&y=0>

⁶ Gartner: <http://www.idg.es/pcworldtech/mostrarnoticia.asp?id=71975&seccion=actualidad>

Gartner de las dos visiones que se tienen sobre el Cloud Computing, estas se explican separando el concepto en los dos términos que lo componen:

- El primero, “Cloud”, tiene una interpretación muy amplia que pone el énfasis en el concepto de servicios más que en el de informática, así como en la ubicuidad de los mismos. Se trata de un concepto de alto nivel que hace referencia a diferentes tipos de servicios. Se extiende desde la infraestructura (almacenamiento y poder de ejecución de programas) a través de una o varias aplicaciones (por ejemplo, ERP y CRM) y los procesos de negocio (servicios de gestión de nóminas).
- El otro término, “Computing”, tiene que ver con las tecnologías que hacen posible la entrega de los servicios. Estas pueden ser usadas para una extensión de los centros de datos tradicionales totalmente internos a la empresa, sin usar servicios externos de una tercera parte.

En el siguiente apartado, cuando se intente dar una definición de consenso se verá que tiene sentido dar dos definiciones que abarquen las dos visiones de la Nube, si bien no son las mismas que propone Gartner.

Como se puede observar la Nube parece ser una evolución del concepto “eRental” que definían Heart & Pliskin (2002), aunque con alguna nueva característica como es que la *escalabilidad* del servicio no debe suponerle al prestador del mismo un aumento significativo de los gastos de gestión, de lo contrario no se estaría hablando de la Nube y se caería en la confusión que expone IBM.

Cada una de las definiciones introduce conceptos relacionados con la Nube de los cuales ésta adopta varias características, lo que puede llevar a la confusión de creer que uno de estos conceptos es la Nube, cuando en realidad sólo es una fuente de la que bebe. En la tabla 1 se muestran los principales conceptos y quiénes los mencionan, en pro de tratar de poner orden en la confusión que generan.

	Conceptos confundidos con la Nube	Autor que menciona la confusión
1	Grid computing: una forma de computación distribuida, en la que un supercomputador virtual es compuesto por un gran número de ordenadores conectados entre sí, aportando cada uno su potencia de procesamiento.	Wikipedia
2	Utility Computing: suministro de recursos computacionales, como puede ser el procesamiento y almacenamiento, en forma de servicio medido como los servicios públicos tradicionales (como la electricidad, el agua, el gas natural o el teléfono).	Wikipedia/ Enrique Dans ⁷
3	Autonomic Computing: sistema de autogestión, dirigida a entornos de	Wikipedia/ IBM ⁸

⁷ <http://www.enriquedans.com/2008/08/cloud-computing-por-todas-partes.html>

⁸ <http://www-01.ibm.com/software/tivoli/autonomic/>

	recursos distribuidos, adaptándose automáticamente a cambios impredecibles, ocultando la complejidad intrínseca a los operadores y usuarios.	
4	Virtualización: capa de la abstracción entre el hardware de la máquina física y el sistema operativo de la máquina virtual. Es un medio para crear una versión virtual de un dispositivo o recurso, como un servidor, un dispositivo de almacenamiento, una red o incluso un sistema operativo, donde se divide el recurso en uno o más entornos de ejecución. ⁹	Network World¹⁰
5	Software as a Service: modelo de distribución de software en donde la compañía TIC provee el servicio de mantenimiento, operación diaria, y soporte del software usado por el cliente. Es tener la información, el procesamiento, los insumos y los resultados de la lógica de negocio del software hospedado en la compañía de TIC. ¹¹	Network World
6	Servicios gestionados: transferencia de la gestión del día a día como un método estratégico para mejorar la eficacia y la eficiencia de las operaciones.	Network World
7	Web 2.0: tecnología web basada en comunidades de usuarios y una gama especial de servicios, como las redes sociales, los blogs, los wikis o las folcsonomías, que fomentan la colaboración y el intercambio ágil y eficaz de información entre los usuarios de una comunidad o red social.	Telefónica¹²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1 - Conceptos que se confunden con la Nube

Con independencia de que existan distintas definiciones y visiones de la Nube, está claro que algunas de sus características son idóneas, tal y como muestra la tabla 2, para superar las barreras de adopción TIC en la PYME.

Principales barreras	Soluciones de la Nube
Percepción de falta de adecuación a la empresa	Se adquieren los servicios necesarios, ni más ni menos.
Costes elevados	El cliente paga solo por lo que usa, sin costes de infraestructura, mantenimiento u otros.
Falta de formación o personal especializado	El usuario solo tendrá que saber utilizar el servicio utilizado, no es necesario que mantenga ningún sistema complejo, esto reduce la necesidad de formación o de contratación de personal especializado.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2 – Relación de barreras TIC y soluciones que ofrece la Nube.

Pero en la Nube no son todo ventajas, también existe algún “riesgo”¹³, como pueden ser los relacionados con la conformidad, la disponibilidad y la integridad de los datos corporativos.

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Virtualizaci%C3%B3n>

¹⁰ <http://www.networkworld.es/Cloud-Computing:-Las-TI-como-servicio/seccion-recursos/articulo-191003>

¹¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/SaaS>

¹² El cloud computing explicado: http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/DYC/SHI/Articulos_Tecnologias_-_El_cloud_computing,_explicado/seccion=1188&idioma=es_ES&id=2009111912530001&activo=4.do

Otro riesgo es -como ocurre actualmente con las aplicaciones que se ejecutan a través de intranets o internet- el llamado “estrés web”. Este concepto se refiere a las consecuencias que tienen sobre los trabajadores el mal funcionamiento de dichas aplicaciones. Actualmente gracias al índice¹⁴ de estrés web elaborado por la americana CA se sabe que las principales consecuencias de ese mal funcionamiento causan: 1) pérdida de tiempo en el trabajo con la consecuente bajada de la productividad, 2) provoca enfado y 3) reduce el nivel de satisfacción en el trabajo.

Además, sabiendo que un aspecto que influye negativamente en la adopción TIC es la falta o el mal asesoramiento que recibe la PYME, de nada servirá la Nube si no se dan a conocer los servicios que ésta pone a su disposición. Por eso, es muy importante el papel que juegan proyectos como el impulsado por la cátedra Telefónica-UPC, “El impacto de la Nube en la productividad de la PYME”, en difundir el potencial de la Nube en la PYME. Es muy probable que a corto plazo, iniciativas existentes como el Pla Pimestic de Catalunya también incluyan este enfoque, o incluso ofrezcan servicios desde una Nube pública.”

A modo de dar validez acerca de los beneficios e inconvenientes de la Nube expuestos en los párrafos anteriores, se presentan las tablas 3 y 4 que forman parte de un estudio que analiza empíricamente los beneficios y las barreras asociadas al SaaS en Europa y España. Como se ha visto SaaS es un concepto que muchos relacionan con la Nube, de forma que los resultados puede ser extrapolables al caso general de la Nube.

	Media europea	España (de 1 a 5)
Reducción de costes - pagar solamente por aquello que la gente necesite para trabajar eficientemente	3,7	3,7
Más fácil de gestionar que un software corporativo interno	3,4	3,4
Más rápido el acceso, nuevos usos y mejoras de software	3,6	3,8
Acceso a funcionalidades adicionales no disponibles internamente	3,3	3
Mejora del servicio para usuarios finales	3,4	3,3
Mejora en la seguridad	3,4	3,4

Fuente: Realizado por Coleman Parkes, y encargado por COLT en noviembre de 2007.

Base: empresas de entre 500 y 5000 trabajadores.

Tabla 3 – Beneficios asociado al SaaS

La disparidad de definiciones, términos, y puntos de vista sobre la Nube ponen de manifiesto la necesidad de crear un marco que la defina y sirva para decidir qué servicios son Nube y cuáles no, o dicho de otro modo, es necesario crear una definición de consenso de la Nube.

¹³ CIO: <http://www.idg.es/cio/mostrarArticulo.asp?id=192057&seccion>

¹⁴ CA: <http://www.ca.com/es/press/release.aspx?cid=216363>

	Media europea	España (de 1 a 5)
Preocupación sobre la seguridad de aplicaciones y datos	3,8	3,8
Temor a perder el control de las aplicaciones/operaciones TI	3,5	3,8
Temor sobre la fiabilidad del servicio	3,4	3,5
El coste potencial del servicio	3,3	2,9
Dificultad para cuantificar el beneficio	3	2,6
Sensación de bloqueo en un único proveedor	3,3	3,5

Fuente: Realizado por Coleman Parkes, y encargado por COLT en noviembre de 2007.

Base: empresas de entre 500 y 5000 trabajadores.

Tabla 4 – Barreras potenciales del SaaS

5.3. Definición de consenso

Conocer cuáles son las características que debe tener un servicio con tal que sea Nube es fundamental para lograr ese marco de consenso capaz de integrar las diferentes definiciones que existen de la Nube. Dichas características se pueden extraer de las propias definiciones, y son las siguientes:

- Escalabilidad: el sistema debe ser capaz de adaptarse a las necesidades del cliente de forma transparente a éste, y sin un aumento de los costes de gestión para el suministrador del servicio.
- Acceso ubicuo: se debe poder acceder al servicio con una simple conexión a internet.
- Pago por tiempo y características usadas, por ejemplo en el caso de Amazon EC2 se paga por el consumo de CPU/hora.
- Mantenimiento e infraestructuras incluidas en el precio.
- Infraestructura y tecnología transparente al usuario.
- Virtualizado: las aplicaciones son independientes de la capa hardware en la que se ejecutan. Una aplicación puede usar varias máquinas a la vez y en una máquina se pueden ejecutar varias aplicaciones.
- Multiusuario: varios clientes comparten la misma infraestructura sin verse afectada su seguridad y privacidad.
- Seguridad y mantenimiento transparente al usuario, realización de backups automáticos y en caso de fallo la última copia automáticamente se convierte en la primaria.
- Regido por un Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA), el cual describe las condiciones en las que se entrega el servicio y las penalizaciones por no cumplirlo, por ejemplo un punto de un SLA podría definir cuál debe ser el tiempo esperado de rendimiento.

Cabe destacar que de todas estas características algunas son transparentes al cliente (seguridad, virtualización, infraestructuras) y otras al proveedor (punto de acceso del cliente), lo que ha llevado a un planteamiento final que configura dos visiones de la Nube, una según el punto de vista del cliente o usuario de los servicios Nube y otra según el punto de vista del proveedor de

servicios Nube. En el primer caso se prioriza el aspecto servicio en relación al tecnológico, mientras que en el segundo es más prioritario el aspecto tecnológico.

La definición asociada a la visión del cliente es la siguiente:

“Se define como el conjunto de soluciones TIC accesibles desde un ordenador con conexión a Internet, independientemente de su localización (ubiquidad); cuyo uso se establece como un servicio de coste estimable según las necesidades de la empresa (paradigma todo como servicio), generalmente en base a una tarifa plana; fácilmente ampliable a una mayor capacidad (escalable) si se precisa; en un marco de confianza de garantía de funcionamiento, tanto funcionalmente como jurídicamente (seguridad y confianza). A nivel tecnológico implica que la única infraestructura de la que se deberá disponer es de un terminal con capacidad de conexión a internet, que suele ser a través de un ordenador, aunque puede ser móvil; los datos generalmente se encuentran alojados en la Nube y no hace falta instalar ningún software en el terminal desde el que se accede, aunque pueden existir herramientas en la Nube que guarden en el disco local una copia de los datos sobre los que se trabaja, o incluso necesitar instalar una pequeña aplicación para poder acceder al servicio.”

Y la definición asociada a la visión del proveedor es:

“Se define como el conjunto de recursos computacionales (hardware y software) que se proveen a través de internet en forma de servicio (modelo equivalente al servicio de la luz o el agua); el suministro debe ser constante, previsible y sin cortes en su abastecimiento y suele cobrarse por períodos de tiempo (mensual o anual), por número de usuarios que las disfrutan, por recursos computacionales consumidos (CPU) o por una combinación de criterios (usuarios/mes/recursos); y el mantenimiento debe realizarse si un coste extra al del servicio. A nivel tecnológico implica que se dispone de toda la infraestructura necesaria para el funcionamiento del servicio y que tiene la capacidad de incrementarlo en cuanto el cliente lo demande (escalabilidad) de forma rápida y sin aumento significativo asociado de los costes de gestión (automatización); los servicios deben ser reutilizables (estandarización) y una misma infraestructura debe poder proveer servicios a diversos usuarios, sin comprometer la seguridad ni los datos de los mismos (multiusuario); la ejecución de un servicio puede utilizar una o varias máquinas de manera transparente (virtualizado) y la calidad del servicio, así como la seguridad de los datos y las comunicaciones que genera el mismo, deben estar garantizadas mediante un Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA).

Como puede observarse, se trata de definiciones integradoras de los diversos factores asociados a la Nube, planteadas con un enfoque maximalista. Debido a esto, cuando se intenta aprovechar las definiciones para decidir si “un servicio” es un servicio de la Nube o no, se encuentra que muchos servicios que comúnmente se asocian a la Nube quedarían descartados, por no satisfacer algunos de los factores incluidos en la definición. Teniendo en cuenta esta limitación, se han definido tres versiones de la Nube, ordenadas según un orden creciente de cumplimiento de los criterios de la definición. Una de estas versiones, la más completa, se asocia al cumplimiento de todos los factores incluidos en las definiciones, mientras que las otras dos relajan el grado de cumplimiento.

A estas versiones, como se verá en el siguiente apartado, se les da el nombre de Nube 1.0, Nube 2.0 y Nube 3.0

5.4. Versiones de la Nube

Como se ha mencionado en el apartado anterior, la diversidad de servicios encontrados en internet durante la búsqueda llevada a cabo en el proyecto “*El impacto de la Nube en la productividad de la PYME*” para conformar una lista de servicios de la Nube, recomienda crear diversas versiones de la definición de Nube, es decir, generar un marco dinámico para decidir **que es un servicio de la Nube y que no lo es**. Con esta recomendación se pretende aportar una mayor flexibilidad de interpretación de la definición de consenso.

La tabla 5 presenta las tres versiones: *Nube 1.0* o *nivel informal*, *Nube 2.0* o *nivel formal básico* y *Nube 3.0* o *nivel formal avanzado*. Cada nivel incorpora nuevos requerimientos a los del nivel anterior.

	Visión de Cliente	Visión de Proveedor
Nube 1.0 Versión informal	Acceso Ubiquo Pago por uso --> Ahorro costes	Filosofía Web services
Nube 2.0 Versión formal básica	Acceso Ubiquo Pago por uso --> Ahorro costes Contratato de servicio o SLA (Seguridad y Mantenimiento)	Filosofía Web services Contratato de servicio o SLA
Nube 3.0 Versión formal avanzada	Acceso Ubiquo Pago por uso --> Ahorro costes Contratato de servicio o SLA (Seguridad y Mantenimiento) Escalable	Filosofía Web services Contratato de servicio o SLA Automatización gestión recursos Virtualización

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5 – Barreras potenciales del SaaS

En la versión **Nube 1.0** (nivel **informal**) se incluyen para el cliente cualquier servicio al que pueda acceder a través de internet (ubicuo) y que le suponga un ahorro de costes, ya que paga solo por el uso que le da y en algunos casos pueden ser gratuitos. En ocasiones están orientados hacia la tarifa plana, pagando una cuantía fija por un número preestablecido de recursos (horas, usuarios, GB, etc.), pero en ningún caso pagará por la licencia del software. Si a lo anterior se le añade que no precisa de infraestructura para el alojamiento de los servicios, resulta claro que esta fórmula supone un ahorro de costes. Según el punto de vista del proveedor formará parte de la **Nube 1.0** cualquier servicio que ofrezca a través de internet y cuyo poder de cómputo se realice bajo su infraestructura (filosofía Web Services).

La versión **Nube 2.0** (nivel **formal básico**) supone una formalización del servicio, por lo que añade un contrato o Acuerdo a Nivel de Servicio (SLA) entre el cliente y el proveedor, el cual sirve de garantía para el cumplimiento de los servicios pactados, bajo unas normas de calidad y seguridad. Generalmente pueden incluir cláusulas que especifiquen la forma de resarcir al cliente en caso de incumplimiento del acuerdo. También sirve a modo de garantía para el cliente de que el proveedor realizará las labores de mantenimiento y actualizaciones necesarias.

La versión **Nube 3.0** (nivel **formal avanzado**) es aquella que cumple con todas las restricciones que impone la definición de la Nube. Por lo tanto desde el punto de vista del cliente implica poder aumentar los recursos según sus necesidades aparentando estos ser infinitos (escalabilidad). Con la óptica del proveedor supone poder hacer frente a estas peticiones sin aumentar los costes de gestión y saber calcular correctamente el gasto que él le implica, ello se logra mediante sistemas de automatización (de la gestión de recursos), virtualización y otras tecnologías. Si bien es relativamente sencillo comprobar si un servicio es Nube 3.0 según el cliente, el comprobarlo para el proveedor es más difícil ya que no suelen hacer públicos los detalles sobre las tecnologías que usan.

5.5. Clasificación de los servicios de la nube

Para futuros estudios sobre los servicios de la nube, se propone una clasificación basada en cinco categorías, según cuál sea el tipo de funcionalidad ofrecida por los servicios en cuestión. Se trata de una primera aproximación, bastante intuitiva, que puede variar según convenga, con acuerdo a los objetivos concretos de los estudios en que se utilice. Ésta es:

- 1) Administración: Servicios para la gestión administrativa de la empresa, como pueden ser herramientas de contabilidad, de creación y gestión de facturas, pago de impuestos, cobros, etc.
- 2) Organización: Agrupa a los servicios de gestión de la oficina, herramientas ofimáticas, como pueden ser procesador de textos, hojas de cálculo, calendarios, gestión de proyectos, etc.
- 3) Gestión de los procesos empresariales: Aquí se incluyen los servicios que sirven para la gestión de los recursos empresariales (ERP), los de gestión de las relaciones con los clientes (CRM) y los de gestión de las relaciones con los proveedores (SCM).
- 4) Streaming y Edición multimedia: Esta categoría la componen servicios que permitan la creación y edición de contenidos multimedia (sonido e imagen), así como los que facilitan su difusión (streaming).
- 5) Otros: categoría que agrupa diversos tipos de servicios, que no procede clasificar en una de las anteriores categorías y que suelen ser servicios pequeños y gratuitos, tales como convertidores de archivo a PDF, traductores, etc. También se incluyen servicios de telefonía sobre IP, VoIP.

Finalmente, en la tabla 6, se presentan algunos ejemplos de servicios de la Nube, clasificados según la versión de la nube y su categoría funcional.

En la categoría de administración se encuentran servicios como *Zoho Invoice*, que permite entre otras funcionalidades: creación de facturas, estimaciones e informes de ventas por cliente (dispone de plantillas predefinidas y permite múltiples personalizaciones), impresión de facturas en formato PDF, el seguimiento de facturas, etc. Además, utiliza una conexión con seguridad SSL,

está protegido por firewall y se realizan backups de los datos, características que hacen que se convierta en un servicio de la Nube 2.0. (<https://invoice.zoho.com/>)

Categoría	Nube 1.0	Nube 2.0	Nube 3.0
Administración		Zoho Invoice	
Organización		Gmail ¹⁵	
Gestión de procesos empresariales (ERP, CRM, SCM)			Odoo
Streaming y edición multimedia			YouTube
Otros		FreePDFConverter	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6 – Categorías de clasificación de servicios Nube y ejemplos

El servicio de correo electrónico de Google *Gmail* se incluye en la categoría Organización. En su versión gratuita se corresponde a un servicio de la Nube 2.0, pero en la de pago pasa a la Nube 3.0 ya que entre otras cosas permite escalar el servicio (<http://mail.google.com/>). En ambos casos se tiene en cuenta que existe un contrato que formaliza la utilización del servicio.

Odoo es un sistema de gestión de recursos empresariales que incorpora funciones de ERP tales como: gestión de ventas, compras, facturación, logística, calidad y reparaciones, productos y listas de precio, contabilidad y finanzas, RRHH, etc. También incluye funciones propias de un gestor de las relaciones con el cliente (CRM) como: portales, marketing directo, wikis, webmail, paneles, alertas, etc. Todo ello se puede ver resumido en herramientas de *Business Intelligence* como son su base de datos OLAP, navegador de datos, editor de cubos, etc. Este servicio entra en la Nube 3.0 por ser formalizado mediante un contrato y por su capacidad de escalabilidad. (<http://odoo.com/>)

El popular servicio de streaming de video *YouTube* se cataloga por razones evidentes en Streaming y Edición multimedia. Este servicio ofrece la posibilidad de compartir videos de hasta 10 minutos o 2GB de tamaño, ofrece gratuitamente 2GB para almacenamiento pudiendo ser ampliados mediante previo pago. Este servicio también se clasifica como Nube 3.0, por su capacidad de escalabilidad, de automatización en el funcionamiento y por la existencia de un contrato (<http://youtube.es/>).

Por último, un ejemplo de servicio que encaja en la categoría otros es el de *FreePDF Converter*, servicio que permite la conversión de ficheros (Word, Excel, Powerpoint, etc.) a PDF. El servicio es gratuito y basta con subir el archivo que se desee convertir a su página web y después de unos segundos descargar el archivo convertido ya en PDF. (<http://www.freepdfconvert.com/>)

¹⁵ Versión gratuita

6. Mapa del estado del arte

A continuación se presenta un mapa que permite identificar y resumir los principales temas tratados en esta publicación, relacionarlos con los autores que los abordan, así como relacionar a éstos con el *sitio* de publicación, ya sea revista o congreso, y en que institución o empresa lo hacen.

Identificar las principales ideas, afirmaciones y/o conclusiones que aparecen en cada uno de los temas tratados y relacionarlos con los autores que las pronuncian, facilita comprobar a simple vista cuales son las más importantes. Como se puede comprobar en la tabla 7 existen tres ámbitos en los que se pueden enmarcar todas las barreras, estos son: (1) *el económico y financiero*, (2) *el de adecuación TIC a la PYME*, y (3) *el de asesoramiento y formación*.

Autor	Barreras
Dyerson et al., 2008	<p>Económico y financiero (1): Preocupación por los costes. Incertidumbre acerca de los beneficios para el negocio. Otras prioridades para el negocio.</p> <p>Adecuación TIC a la PYME (2): Falta personal cualificado</p> <p>Asesoramiento y formación (3): Desconfianza en asesores externos Preocupación por la seguridad. Falta experiencia interna en TIC.</p>
Sabaté et al., 2008	<p>Económico y financiero (1): Costes elevados. Dificultad para calcular el retorno de la inversión. Falta de financiación o ayudas a la compra.</p> <p>Adecuación TIC a la PYME (2): Falta de adecuación de las TIC a las pequeñas y microempresas. Empresas muy pequeñas para contratar personal dedicado a las TIC. Herramientas TIC demasiado complejas.</p> <p>Asesoramiento y formación (3): Asesoramiento poco profesional. Desconocimiento de las soluciones TIC existentes. Desconfianza en la seguridad</p>
ONTSI, 2008	<p>Económico y financiero (1): Costes elevados. Falta de financiación o ayudas a la compra. Dificultad para calcular el retorno de la inversión.</p> <p>Adecuación TIC a la PYME (2): Falta de adecuación de las TIC a las pequeñas y microempresas. Herramientas TIC demasiado complejas.</p> <p>Asesoramiento y formación (3): Necesidad de formación de la PYME en materia TIC. Desconocimiento de las soluciones TIC existentes.</p>

	Desconfianza en la seguridad Asesoramiento poco profesional.
Morgan et al., 2006	Desconfianza en asesores externos
Taylor & Murphy, 2004	La falta de conocimiento de cómo trabaja la PYME hace que las políticas de ayuda a la adopción TIC en la PYME no funcionen correctamente.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7 – Barreras por autor.

Con el fin de superar estas barreras se han creado una serie de iniciativas (tabla 8), en concreto para solucionar las barreras de carácter económico se han desarrollado iniciativas de subvenciones y financiación pública, como es el caso de Plan Avanza o Pla Pimestic.cat. Para suplir la falta de asesoramiento existen múltiples iniciativas que van desde información en jornadas con la PYME, pasando por la creación de un módulo de Formación Profesional como el que propone Catalunya 4.0, hasta la formación universitaria a través del nuevo grado de la UPC.

Autor	Iniciativas
Plan Avanza	Aumentar la equipación y el uso de las TIC en la vida cotidiana y el hogar. Impulsar las TIC en la PYME. Desarrollo de la administración electrónica. Extender la infraestructura de telecomunicaciones y aumentar la penetración de la banda ancha. Concienciar, formar y sensibilizar en materia de seguridad de las TIC.
Plan Avanza 2	Desarrollo del sector TIC. Capacitación TIC, con prioridad sobre la PYME, microempresas y colectivos especiales. Mejorar la administración electrónica y potenciar el uso del DNI electrónico. Aumentar la confianza y la seguridad en las TIC.
Pla Pimestic.cat	Jornadas PYME: Da a conocer casos de éxito de adopción TIC en otras empresas. Informa acerca de las ayudas y la financiación. Ofrece cierta formación. Asesoramiento y orientación a nivel básico y avanzado. Implementación sectorial, para generar referentes en determinados. Financiación para las TIC. Paquete ofimático para microempresas y adaptado a las necesidades de los autónomos.
Catalunya 4.0	Formar a un nuevo profesional con conocimientos 50% de empresa y 50% TIC. Cursos de reciclaje on-line. Crear soluciones simples y útiles para microempresas y ofrecerlas en formato de servicio. Módulos formativos para mantener al día en materia TIC a trabajadores y desempleados. Centro de conocimiento para dar a conocer la utilidad y los beneficios

	que las TIC reportan a la PYME.
22@	Agrupar empresas del sector TIC en un distrito de Barcelona. Crear infraestructura necesaria para el desarrollo de sector TIC en la ciudad. Acercar la universidad a las empresas del sector TIC. Aumentar el empleo cualificado en la ciudad.
Barcelona Digital	Desarrollar la Sociedad de la Información. Fomentar el crecimiento del sector TIC. Obtener financiación para la investigación y la innovación. Asesoramiento tecnológico. Formación en las nuevas tecnologías.
UPC	Apuesta estratégica para la formación de nuevos profesionales con un perfil dual entre TIC y empresa, orientados a los servicios.
Bayo-Moriones & Lera-Lopez, 2007	Formación nuevos profesionales con conocimientos de TIC y funcionamiento PYME
Redoli et al., 2008	Modelo para conocer “como” y “cuando” la PYME necesita de las TIC.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8 – Iniciativas apoyo TIC.

La evolución de las TIC ha hecho posible la aparición de soluciones tecnológicas para la superación de las barreras. A estas nuevas TIC se les han dado diferentes nombres, *eRent*, *SaaS*, *Nube* o *Cloud Computing*, etc, pero todos comparten como característica común que se adoptan y usan a través de internet y se consumen como un servicio, haciendo pago solo por el uso e incluyendo en el precio el mantenimiento. De esta forma facilitan un control del gasto en TIC, se pueden adquirir soluciones que se adapten al negocio y no necesitan de personal que formado para su mantenimiento ni una infraestructura propia, reduciendo así tanto el coste como la necesidad de formación.

Autor	Soluciones basadas en servicios
Heart & Pliskin, 2002	“eRent”: supone la adopción de TICs basada en internet y suministrada por un ASP. Es una solución atractiva en cuanto a coste y complejidad se refiere.
Tan et al., 2009	La adopción TIC basada en internet proporciona herramientas de comunicación efectivas de bajo coste para los clientes.
Johansson, 2003	Adopción TIC basada en internet: Permite un control del gasto y menor coste a la hora de adoptarlas y mantenerlas. Supone la posibilidad de externalizar una parte de la empresa –los Sistemas de Información- que no constituye una competencia básica del negocio. Suple la necesidad de contar con personal cualificado para su mantenimiento.
IBM	Cloud Computing: Modelo de aprovisionamiento rápido de recursos TIC que potencia la prestación de servicios TIC y servicios de negocio. Facilita la operativa del usuario final y del prestador del servicio.

	Se realiza de manera fiable y segura, Se caracteriza por su escalabilidad elástica que es capaz de atender fuertes cambios en la demanda no previsible a priori, sin que esto suponga apenas un incremento en los costes de gestión.
CIO España	Cloud Computing: Supone una pila de recursos fuera de la empresa, proporcionados por un proveedor externo, y soportados y compartidos a través de Internet.
Gartner	Cloud Computing: Estilo de informática en el que se aprovisionan masivamente a múltiples clientes externos capacidades relacionadas con las TIC y escalables como si de un servicio se tratara (en inglés, "as a service", según palabras textuales de la consultora) y utilizando tecnologías de internet.
Colt	SaaS: Reducción de costes. Más fácil de gestionar que un software corporativo interno. Más rápido el acceso, nuevos usos y mejoras de software. Acceso a funcionalidades adicionales no disponibles internamente. Mejora del servicio para usuarios finales. Mejora en la seguridad.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9 – Soluciones basadas en servicios.

En cuanto al lugar de publicación se refiere solo se encuentra que coinciden dos autores en un congreso, tres en la revista *Technovation*, y dos en *Journal of Economic Perspectives*, el resto de fuentes revisadas se han encontrado en diferentes revistas o congresos pertenecientes a áreas tan variadas como Economía, Organización de empresa, Sistemas de Información y TIC, mostrando el carácter multidisciplinar que tiene tanto el tema de la adopción TIC en la PYME como el de la Nube.

Revista/Congreso	Autor
2nd European Conference on Information Management and Evaluation.	Bettiol et al., 2008 Dyerson et al., 2008
Technovation.	Bayo-Moriones & Lera-Lopez, 2007 Morgan et al., 2006 Redoli et al., 2008
Journal of Economic Perspectives.	Gordon, 2000 Oliner & Sichel, 2000
The Electronic Journal of Information Systems Evaluation.	Dans, 2001
Cuadernos de economía.	Billón Currás et al., 2007
Review of Economics & Statistics.	Brynjolfsson, 2003
Communications of ACM.	Brynjolfsson, 1993
Review of Economic Dynamics.	Colecchia & Schreyer, 2002
Management Science.	Dewan & Min, 1997
International Conference on Computer and Communication Engineering.	Dewan et al., 2008
Oxford Review of Economic Policy.	Daveri, 2002

National Bureau of Economic Research, Inc.	Greenan et al., 2001
Infor	Heart & Pliskin, 2002
Investigaciones Económicas.	Hernando & Núñez, 2004
International Conference of the Information-Resources-Management-Association.	Ihlstrom et al., 2002
Working Conference on the Diffusion and Adoption of Networked Information Technologies.	Johansson, 2003
E & M Ekonomie a Management.	Antlova, 2009
American Economic Review.	Jorgenson, 2001
Introduction to Work Study 4 ^o ed., International Labour Organization.	Kanawaty, 1992
4th International Conference on Information and Automation for Sustainability.	Kapurubandara & Ieee, 2008
8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design.	Yang et al., 2004
Oxford Economic Papers.	Timmer & Van Arky, 2005
Urban Geography.	Taylor & Murphy, 2004
Industrial Management & Data Systems.	Tan et al., 2009
American Economic Review.	Stiroh, 2002
Tesis Doctoral. Universidad Carlos III Madrid.	Sanjurjo, 2003
TecnoPYME.CAT	Sabaté et al., 2008
Canadian Journal of Economics.	Licht & Moch, 1999 Lehr & Lichtenberg, 1999
Productivity and the PC Revolution	Gilchrist et al., 2001
Uptake and Impacts of ICT in the Australian Economy: Evidence from Aggregate, Sectoral and Firm Levels.	Gretton et al., 2002

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10 – Autores y revistas/congresos donde publican.

Por último en la tabla 11 se muestran las instituciones/empresas a las que pertenecen las publicaciones que se han estudiado en esta revisión de la literatura. De ellas se destaca Red.es y la Cátedra Telefónica-UPC por la variedad de información que han aportado.

Instituciones/Empresas	Autor
Red.es (ONTSI)	ONTSI, 2008
Catedra Telefónica-UPC	Sabaté et al., 2008
MEC- Cuadernos de economía	Billón Currás, M., Lera López, F. & Ortiz Serrano, S., 2007
IBM	IBM
IDG	Revistas: CIO España y NetworkWorld
Gartner	Gartner
McGraw-Hill	Business Week
CA	CA
Clot	Clot

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11 - Instituciones/empresas donde publican.

7. Referencias

- Antlova, K., 2009. Motivation and barriers of ICT adoption in small and medium-sized enterprises. *E & M Economie a Management*, 12(2), 140-155.
- 22@ Barcelona, 2008. *22@ Barcelona. El distrito de la innovación.*, Available at: <http://www.22barcelona.com/content/blogcategory/49/280/lang/es/> [Accedido Octubre 26, 2009].
- Bayo-Moriones, A. & Lera-Lopez, F., 2007. A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27(6-7), 352-366.
- bdigital, 2009. *Barcelona Digital*, Available at: <http://www.bdigital.org/ES/informacion/Paginas/SobreBarcelona.aspx> [Accedido Octubre 26, 2009].
- Bettiol, M., Chiarvesio, M. & Di Maria, E., 2008. Networks, Technologies and Globalization Processes in SMEs. The Italian Case. En *2nd European Conference on Information Management and Evaluation*. London, ENGLAND, págs. 41-49.
- Billón Currás, M., Lera López, F. & Ortiz Serrano, S., 2007. Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa. ¿Fin de la «paradoja de la productividad»? *Cuadernos de Economía*, 30(82), 005-036.
- Brynjolfsson, E., 2003. Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *Review of Economics & Statistics*, LXXXV (4), 793-809.
- Brynjolfsson, E., 1993. The Productivity Paradox of Information Technology. *Communications of ACM*, XXXVI (12), 66-77.
- Catalunya 4.0, 2009. *Catalunya 4.0*, Available at: http://www.catalunya40.telefonica.cat/motor.php?id_pagina=inici/taulesdetreball&id=4 [Accedido Octubre 26, 2009].
- Colecchia, A. & Schreyer, P., 2002. Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries. *Review of Economic Dynamics*, V(2), 442.
- Dans, E., 2001. IT Investment in Small and Medium Enterprises: Paradoxically Productive? *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, IV (1), 1-25.
- Daveri, F., 2002. The New Economy in Europe, 1992-2001. *Oxford Review of Economic Policy*.
- Dewan, A.M., Nazmin, S.A. & Ieee, 2008. The opportunities and barriers of using ICT by small and medium enterprises in bangladesh: Case of SMEs in BSCIC industrial estates. En *International Conference on Computer and Communication Engineering*. Kuala Lumpur, MALAYSIA, págs. 656-661.
- Dewan, S.M. & Min, C.K., 1997. Substitution of Information Technology for other Factors of Production: a Firm Level Analysis. *Management Science*, XLIII (12), 1660-1675.
- DRM Consulting & SEDISI, 2003. *Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2000*, Madrid.
- Dyerson, R., Harindranath, G. & Barnes, D., 2008. National Survey of SMEs' use of IT in Four Sectors. En *2nd European Conference on Information Management and Evaluation*. London, ENGLAND, págs. 139-148.

- Gilchrist, S., Gurbaxani, V. & Town, R., 2001. *Productivity and the PC Revolution*, Irvine, University of California, Center for Research on Information Technology and Organizations.
- Gordon, R.J., 2000. Does the «New Economy» Measure up to the Great Inventions of the Past? 14, IV(Journal of Economic Perspectives), 49-74.
- Greenan, N., Mairesse, J. & Topiol-Bensaid, A., 2001. Information Technology and Research and Development Impacts on Productivity and Skills: Looking for Correlations on French Firm Level Data. *National Bureau of Economic Research, Inc.*
- Gretton, P., Gali, J. & Parham, D., 2002. Uptake and Impacts of ICT in the Australian Economy: Evidence from Aggregate, Sectoral and Firm Levels. En Canberra.
- Heart, T. & Pliskin, N., 2002. Business-to-business eCommerce of Information Systems: Two cases of ASP-to-SME eRental. *Infor*, 40(1), 23-34.
- Hernando, I. & Núñez, S., 2004. The contribution of ICT to economic activity: a growth accounting exercise with Spanish firm-level data. *Investigaciones Económicas*, 28, 315-348.
- Ihlstrom, C. et al., 2002. Myths and reality of electronic commerce barriers for SMES? En *International Conference of the Information-Resources-Management-Association*. Seattle, Wa, págs. 282-284.
- INE, 2009. *Empresas por CCAA, actividad principal (grupos CNAE 2009) y estrato de asalariados.*, Instituto Nacional de Estadística. Available at: <http://www.ine.es>.
- Johansson, B., 2003. Exploring application service provision - Adoption of the ASP concept for provision of ICTs in SMEs. En *Working Conference on the Diffusion and Adoption of Networked Information Technologies*. Copenhagen, DENMARK, págs. 153-166.
- Jorgenson, D.W., 2001. Information Technology and the US Economy. *American Economic Review*, XCI (1), 1-32.
- Kanawaty, G., 1992. *Introduction to Work Study* 4ª ed., International Labour Organization. Available at: http://www.ilo.org/global/What_we_do/Publications/ILOBookstore/Orderonline/Books/lang--en/WCMS_PUBL_9221071081_EN/index.htm.
- Kapurubandara, M. & Ieee, 2008. A Model to eTransform SMEs in Developing Countries. En *4th International Conference on Information and Automation for Sustainability*. Colombo, SRI LANKA, págs. 203-208.
- Lehr, B. & Lichtenberg, F., 1999. Information Technology and its Impact on Productivity: Firm-Level Evidence from Government and Private Data Sources. *Canadian Journal of Economics*, XXXII(2), 335-362.
- Licht, G. & Moch, D., 1999. Innovation and Information Technology in Services. *Canadian Journal of Economics-Revue Canadienne d'Economique*, XXXII (2), 363-383.
- Morgan, A., Colebourne, D. & Thomas, B., 2006. The development of ICT advisors for SME businesses: An innovative approach. *Technovation*, 26(8), 980-987.
- Oliner, S.D. & Sichel, D.E., 2000. The Resurgence of Growth in the Late 1990's: Is Information Technology the Story? *Journal of Economic Perspectives*, IV(14), 3-22.
- ONTSI, 2008. *Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Informe anual de la Sociedad de la Información en España 2008*, Red.es.
- ONTSI, 2007. *Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la microempresa española*.

- PIMESTIC, 2009. *Pimestic.cat*, Available at:
<http://www.pimestic.cat/que-es/que-es-pimestic-cat.html> [Accedido Octubre 26, 2009].
- Plan Avanza, 2005. *Plan Avanza*, Available at:
<http://www.planavanza.es/InformacionGeneral/PlanAvanza1/Resumen>
[Accedido Octubre 25, 2009].
- Plan Avanza 2, 2009. *Plan Avanza 2*, Available at:
<http://www.planavanza.es/InformacionGeneral/Resumen+Ejecutivo2/>
[Accedido Octubre 25, 2009].
- Redoli, J. et al., 2008. A model for the assessment and development of Internet-based information and communication services in small and medium enterprises. *Technovation*, 28(7), 424-435.
- Sabaté, F., Deulofeu, J. & Jofre, L., 2008. TecnoPYME.CAT Los Retos Tecnológicos de la PYME Catalana.
- Sanjurjo, E., 2003. *Contribución de las TIC al Crecimiento económico. Estimación Basada en Datos Españoles a Nivel de Empresa*. Tesis Doctoral. Universidad Carlos III Madrid.
- Stiroh, K.J., 2002. Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say? *American Economic Review*, XCII (5), 1559-1576.
- Tan, K.S. et al., 2009. Internet-based ICT adoption: evidence from Malaysian SMEs. *Industrial Management & Data Systems*, 109(1-2), 224-244.
- Taylor, M. & Murphy, A., 2004. SMEs and the take-up of e-business. *Urban Geography*, 25(4), 315-331.
- Timmer, M.P. & Van Arky, B., 2005. Does Information and Communication Technology Drive EU-US Productivity Growth Differentials? *Oxford Economic Papers*, LVII (4), 693-716.
- Yang, H.C., Jing, S.K. & Wang, H.L., 2004. The research on ASP-based SMEs collaborative platform. En *8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*. Xiamen, PEOPLES R CHINA, págs. 6-9.

“La Nube”, consolidación de las TIC como Servicio a la PYME. Estado del arte y definición



<https://www.upc.edu/catedratelefonicaupc>