

Luigi Buglione

# Project Size Unit (PSU)



© Luigi Buglione

Manual de Medición

Versión 1.3  
(PSU-MM-1.30s)

Enero 2011

Cómo referirse a este documento:

Luigi Buglione, Project Size Unit (PSU) – Manual de Medición, versión 1.3, PSU-MM-1.30s, Enero 2011

Para más información sobre PSU y otros temas de Medición y Calidad del Software, por favor visitad:

< <http://www.semq.eu> > o contactar via e-mail con el autor [luigi.Buglione@computer.org](mailto:luigi.Buglione@computer.org)

Copyright © 2003-2011 Luigi Buglione. Todos los derechos reservados

Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro óptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo del autor, L. Buglione

Primera publicación: Enero 2011

Traducción al castellano (v1.21): Verónica Rubio Rodríguez, Septiembre 2007

# Índice

1	Información sobre el Documento.....	4
1.1	Resumen.....	4
1.2	Historia.....	4
1.3	Acrónimos.....	4
1.4	Referencias.....	5
2	Introducción.....	7
2.1	Medir un proyecto software: ¿qué unidades utilizar?.....	7
2.2	Cuando realizar el conteo del tamaño de un proyecto e información necesaria.....	8
2.3	Métodos “Temprano & Rápido” y métodos “Estándar”: ¿amigos o enemigos?.....	9
2.4	Proyectos Ágiles y la Estimación.....	9
2.5	Métodos “Tempranos”: ¿cuál es la fase correcta del CVS?.....	10
3	Project Size Units (PSU): Base Lógica.....	12
3.1	PSU y FPA: primer nivel de comparación.....	14
3.2	PSU y FPA: ¿qué relación tienen?.....	15
3.3	PSU y PHD: Contear Proyectos Pasados (Backfiring).....	18
3.4	Automatización de PSU.....	19
3.5	PSU en la Web.....	19
4	PSU: Procedimiento de Cálculo.....	20
4.1	Entradas necesarias.....	20
4.2	Supuestos iniciales.....	20
4.3	Regla de cálculo del tamaño.....	21
4.4	La actividad del conteo – nivel de granularidad.....	22
4.5	Sistema de pesos.....	24
4.6	Procedimiento de medición para el cálculo de PSU.....	25
4.7	Un ejemplo de medición.....	26
4.8	Seguimiento y Cálculo de PSU.....	31
4.9	Usando PSU con Proyectos Ágiles.....	32
4.10	Algunos casos de estudio.....	34
5	Estableciendo PSU en su Organización.....	35
5.1	Rangos de esfuerzo de tareas.....	35
5.2	Complejidad de los pesos.....	38
5.3	Tareas QM.....	40
6	PSU y Estimación del Esfuerzo.....	41
6.1	Base de Datos Histórica de Proyectos (PHD): datos esenciales.....	41
6.2	Poblar el PHD.....	42
6.3	Herramientas de Estimación.....	43
6.4	Estimar con PSU.....	43
6.5	Clasificación M/Q/T de las tareas: algunos ejemplos.....	45
7	Conclusiones y Perspectivas.....	48

# 1 Información sobre el Documento

## 1.1 Resumen

Este documento describe **PSU (Project Size Unit)**, una técnica de gestión de proyectos que permite asociar una medida de tamaño del proyecto al esfuerzo estimado por experiencia o analogía con otros proyectos. Puede ser usado incluso desde la fase de Oferta ya que sus principales entradas son los Requisitos Iniciales de Usuario y la primera planificación, todo ello relacionado con la Estructura de División del Trabajo (WBS - Work Breakdown Structure) por el director del proyecto, para ser definido durante las siguientes fases del Ciclo de Vida del Software. Por lo tanto, se puede definir como una técnica “temprana de medición”.

## 1.2 Historia

Revisión	Fecha	Cambios respecto a la última versión
1.00	31/08/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer resultado</li> </ul>
1.01	05/10/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminados errores tipográficos, mejorada la legibilidad del documento completo</li> <li>• Aclaradas posibles ambigüedades entre RHLR y uso de tareas (Capítulos 3 y 4)</li> <li>• Mejorado el ejemplo de cálculo (Capítulo 4)</li> </ul>
1.20	27/08/2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminados errores tipográficos</li> <li>• Uso de PSU con Proyectos Ágiles (Sección 2.4)</li> <li>• Automatización de PSU (Sección 3.4)</li> <li>• Calcular <math>PSU_{QM}</math> de forma distinta para proyectos nuevos y más cercanos (Sección 4)</li> <li>• Comparación del tamaño entre PSU v.1.01 y v.1.2 (Sección 4.9)</li> <li>• Usando PSU con proyectos Ágiles (Sección 4.10)</li> <li>• Establecer PSU en su organización (Sección 5)</li> </ul>
1.21	01/11/2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminados errores tipográficos</li> </ul>
1.3	03/01/2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puestas al día las referencias</li> <li>• Borrada la Sección 4.9 (Comparación de PSU v1.01 y v1.2)</li> <li>• Renumeración de Sección 4.10 (Usando PSU in proyectos ágiles) en la Sección 4.9</li> <li>• Añadidas informaciones desde casos de estudio (Sección 4.9)</li> <li>• Mejor explicación del concepto de adición a los requisitos no funcionales en la formula de calculo</li> <li>• Añadida la Section 4.10 (Algunos casos de estudio)</li> </ul>

## 1.3 Acrónimos

Acrónimo	Descripción
ANOVA	ANalysis Of VAriante → Análisis de la Varianza
CFPS	Certified Function Point Specialist
CMM / CMMI	Capability Maturity Model / CMM Integration ( <a href="http://www.sei.cmu.edu/cmmi/">www.sei.cmu.edu/cmmi/</a> )
COCOMO	Cost Construction Model ( <a href="http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII">http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII</a> )
COSMIC	Common Software International Consortium ( <a href="http://www.cosmicon.com">www.cosmicon.com</a> )
E/F	Early/Fast
EI/EO/EQ	External Input / External Output / External inquiry
EIF	External Interface File
F/Q/T	Functional / Quality / Technical (relacionado con la tipología del requisito)
FFP	Full Function Points
FP	Function Points → Puntos de Función
FPA	Function Point Análisis → Análisis de Puntos de Función
FSM	Functional Size Measurement → Medicion del Tamano Funcional
FSMM	FSM Method → Metodo FSM

FUR	Functional User Requirement → Requisitos Funcionales de Usuario
GSC	General System Characteristic → Características Generales del Sistema
GUFPI-ISMA	Gruppo Utenti Function Point Italia - Italian Software Metrics Association ( <a href="http://www.gufpi-isma.org">www.gufpi-isma.org</a> )
H/M/L	High/Medium/Low (referido a la complejidad de las tareas) → Alta/Media/Baja
HF	Homogeneity Factor → Factor de Homogeneidad
HLR	High-Level Requirement → Requisito de Alto Nivel
ICT	Information & Communication Technology
IFPUG	International Function Point User Group ( <a href="http://www.ifpug.org">www.ifpug.org</a> )
ILF	Internal Logical File
ISBSG	International Standard Benchmarking Software Group ( <a href="http://www.isbsg.org">www.isbsg.org</a> )
KPA	Key Process Area → Area Clave de Proceso
LOC	Lines of Code → Lineas de Código
M/Q/T	Management / Quality / Technical (naturaleza de las tareas) → Gestión/Calidad/Técnicas
MMRE	Magnitude of MRE → Magnitud Media de Error Relativo
MRE	Mean Relative Error → Error Relativo Medio
NESMA	Netherlands Software Metrics Association ( <a href="http://www.nesma.org">www.nesma.org</a> )
PHD	Project Historical Database → Base de Datos Histórica de Proyectos (BDHP)
PMBOK	Project Management Body of Knowledge ( <a href="http://www.pmi.org">www.pmi.org</a> )
PSU	Project Size Unit ( <a href="http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm">http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm</a> ) → Unidad de Tamaño de Proyecto (UTP)
PSU <sub>qm</sub>	PSU por tareas de tipo Quality-Management
PSU <sub>t</sub>	PSU por tareas de tipo Technical
RHLR	Refined HLR → Requisito de Alto Nivel Refinado
SLC	Software Life Cycle → Ciclo de Vida Software (CVS)
SNAP	Software Non-functional Assessment Process
SPICE	Software Process Improvement Capability dEtermination ( <a href="http://www.isospice.com">www.isospice.com</a> )
UCP	Use Case Points → Puntos de Casos de Uso
UR	User Requirement → Requisitos de Usuario
VAF	Value Adjustment Factor → Valor del Factor de Ajuste

## 1.4 Referencias

[ALBR79]	ALBRECHT A.J., <i>Measuring Application Development Productivity</i> , Proceedings of the IBM Applications Development Symposium, GUIDE/SHARE, October 14-17, 1979, Monterey, CA, pp. 83-92
[ALBR83]	ALBRECHT A.J. GAFFNEY J., <i>Software function, source lines of code and development effort prediction: A software science validation</i> , IEEE Transactions on Software Engineering., vol. SE-9, no. 6, pp. 639-647, November 1983
[BOEH81]	BOEHM B., <i>Software Engineering Economics</i> , Englewood Cliffs N.J., Prentice-Hall Inc., 1981, ISBN 0138221227
[BOEH00]	BOEHM B.W., HOROWITZ E., MADACHY R., REIFER D., CLARK B.K., STEECE B., BROWN A.W., CHULANI S & ABTS C., <i>Software Cost Estimation with COCOMOII</i> , Prentice Hall, 2000, ISBN 0130266922
[BUGL03]	BUGLIONE L., <i>Dimensionare il software: qual è il giusto metro?</i> White Paper, 11/10/2003, Bloom!, URL: <a href="http://www.bloom.it/buglione1.htm">http://www.bloom.it/buglione1.htm</a>
[BUGL05]	BUGLIONE L., <i>PSU e Metriche Funzionali per il Dimensionamento del Software: Concorrenti o Alleati?</i> , Bloom.it, 11/02/2005, URL: <a href="http://www.bloom.it/buglione2.htm">http://www.bloom.it/buglione2.htm</a>
[BUGL07a]	BUGLIONE L., <i>Meglio Agili o Veloci? Alcune riflessioni sulle stime nei progetti XP</i> , XPM.it, February 2007, URL: <a href="http://www.xpm.it">www.xpm.it</a>
[BUGL07b]	BUGLIONE L. & ABRAN A., <i>Improving Estimations in Agile Projects: issues and avenues</i> , Proceedings of the 4th Software Measurement European Forum (SMEF 2007), Rome (Italy), May 9-11 2007, ISBN 9-788870-909425, pp.265-274, URL: <a href="http://www.dpo.it/smef2007/papers/day2/212.pdf">http://www.dpo.it/smef2007/papers/day2/212.pdf</a>
[BUGL08a]	BUGLIONE L., <i>Misurare il Software. Quantità, qualità, standard e miglioramento di processo nell'ICT</i> , 3° edizione, FrancoAngeli, FA724.20, ISBN 978-88-464-9271-5, Gennaio 2008, URL: <a href="http://www.semq.eu/leng/booksms.htm">http://www.semq.eu/leng/booksms.htm</a>
[BUGL08b]	BUGLIONE L., CUADRADO-GALLEGO J.J. & REJAS-MUSLERA R.J., <i>Project Size and Estimating: A Case Study using PSU, IFPUG and COSMIC</i> , Proceedings of <i>IWSM/Metrikon/MENSURA 2008</i> , Munich (Germany), November 18-19 2008, <i>LNC5 5338</i> , pp. 1-16
[BUGL08c]	BUGLIONE L., ORMANDJEVA O., DANEVA M., <i>Using PSU for Early Prediction of COSMIC size of Functional and Nonfunctional Requirements</i> , Proceedings of <i>IWSM/Metrikon/MENSURA 2008</i> , Munich (Germany), November 18-19 2008, <i>LNC5 5338</i> , pp. 361-370
[BUGL10]	BUGLIONE L., <i>Some thoughts on Productivity in ICT Projects</i> , version 1.3, WP-2010-01, White Paper, August 23 2010; URL: <a href="http://www.semq.eu/pdf/fsm-prod.pdf">http://www.semq.eu/pdf/fsm-prod.pdf</a>
[BUGL11]	BUGLIONE L., <i>Requisiti per l'Automazione in Strumenti di Project Management – Requisiti</i> , versione 1.1, PSU-AU-1.10i, Gennaio 2011; URL: <a href="http://www.semq.eu/pdf/psu-au-110i.pdf">www.semq.eu/pdf/psu-au-110i.pdf</a>

[COHN05]	COHN M., <i>Agile Estimating and Planning</i> , Prentice Hall, 2005, ISBN 0131479415
[COND10]	CONDORI-FERNANDEZ N., DANEVA M., BUGLIONE L., ORMANDJEVA O., <i>Experimental Study Using Functional Size Measurement in Building Estimation Model for Software Project Size</i> , Proceedings of the Software Engineering Research, Management & Application conference (SERA 2010), Montréal (Canada), 24-26 May 2010
[CONT86]	CONTE S., DUNSMORE H. & SHEN V.Y., <i>Software Engineering Metrics and Models</i> , Benjamin Cummings: Manlo Park, CA, 1986, ASIN 0805321624
[FERN07]	FERNÁNDEZ SANZ E.D., <i>Estudio Y Evaluación de PSU (Unidad de Medida de Proyectos) Y Estudio Estadístico de La Conversión De Mediciones PSU a Puntos De Función IFPUG</i> , Universidad de Alcalá de Henares, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica En Informática, Especialidad en Gestión, Trabajo de fin de carrera, Madrid, Junio2007
[IFPU03]	IFPUG, <i>Framework for Functional Sizing</i> , Version 1.0, September 2003), International Function Point User Group, Westerville, Ohio, January 2004, URL: <a href="http://www.ifpug.org">http://www.ifpug.org</a>
[IFPU10]	IFPUG, <i>Function Points Counting Practices Manual (release 4.3)</i> , International Function Point User Group, Westerville, Ohio, January 2010, URL: <a href="http://www.ifpug.org">http://www.ifpug.org</a>
[ISBS10]	ISBSG, <i>ISBSG Repository R11 Field Description</i> , 2010, URL: <a href="http://www.isbsg.org">http://www.isbsg.org</a>
[ISO08]	ISO/IEC, <i>IS 12207:2008 - Information Technology : Software Life Cycle Processes</i> , URL: <a href="http://www.iso.ch">http://www.iso.ch</a>
[ISO01]	ISO/IEC 9126-1:2001, <i>Software Engineering-Product Quality-Part 1: Quality Model</i> : ISO and IEC, 2001
[ISO02a]	ISO/IEC 20968:2002, <i>Software Engineering-MK II Function Point Analysis- Counting Practices Manual</i> : ISO and IEC, 2002
[ISO02b]	ISO/IEC, IS 15504-5, <i>Software Engineering - Process Assessment - Part 5: An Exemplar Assessment Model</i> , 2002
[ISO03]	ISO/IEC, IS 19761:2003, <i>Software Engineering-Cosmic FFP-A functional Size Measurement Method</i> : ISO and IEC, 2003
[ISO05]	ISO/IEC, IS 24570:2005 - Software engineering -- NESMA functional size measurement method version 2.1 -- Definitions and counting guidelines for the application of Function Point Analysis, International Organization for Standardization, 2005
[ISO07]	ISO/IEC14143-1:1998 (R2007), <i>Information Technology-Software Measurement-Functional Size Measurement-Part 1: Definitions of Concepts</i> : International Organization for Standardization, February 2007
[JONE95]	JONES C., <i>What are Function Points?</i> , Software Productivity Research Inc., March 1995, URL: <a href="http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/">http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/</a>
[JONE96]	JONES C., <i>Programming Language Table, release 8.2</i> , Software Productivity Research Inc., March 1996, URL: <a href="http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/">http://web.archive.org/web/19970214231751/http://www.spr.com/</a>
[MELI97]	MELI R., <i>Punti Funzione Anticipati: un nuovo metodo di stima per i progetti software</i> , Proceedings of the 8 <sup>th</sup> ESCOM Conference, Berlin, May 26-28, 1997, URL: <a href="http://www.dpo.it">http://www.dpo.it</a>
[NESM05]	NESMA, <i>The application of Function Point Analysis in the early phases of the application life cycle. A Practical Manual: Theory and case study</i> , ISBN: 978-90-76258-20-1, 2005, URL: <a href="http://www.nesma.nl/section/books/">http://www.nesma.nl/section/books/</a>
[PAUL93]	PAULK M.C., WEBER C.V., GARCIA S.M., CHRISSIS M.B. & BUSH M., <i>Key Practices of the Capability Maturity Model Version 1.1</i> , Software Engineering Institute/Carnegie Mellon University, CMU/SEI-93-TR-25, February 1993, URL: <a href="http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93_reports/pdf/tr25_93.pdf">http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93_reports/pdf/tr25_93.pdf</a>
[PMI08]	PMI, <i>A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)</i> , 4th ed., Project Management Institute, 2008, URL: <a href="http://www.pmi.org">http://www.pmi.org</a>
[RUBI07]	RUBIO RODRIGUEZ V., <i>Estudio y aplicación de las PSU (Project Size Unit) para la planificación de Proyectos Software</i> , <a href="http://www.univ-alcala.es">Universidad de Alcalá de Henares, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática</a> , Ingeniería Técnica En Informática, Especialidad en Gestión, Trabajo de fin de carrera, Madrid, Junio 2007
[SANT05]	SANTILLO L., LOMBARDI S., NATALE D., <i>Advances in statistical analysis from the ISBSG benchmarking database</i> , Proceedings of SMEF2005 (2 <sup>nd</sup> Software European Measurement Forum), Rome (Italy), 16-18 March 2005, URL: <a href="http://www.dpo.it/smf2005/filez/g105_gufpi.pdf">http://www.dpo.it/smf2005/filez/g105_gufpi.pdf</a>
[SEI10]	CMMI PRODUCT DEVELOPMENT TEAM, <i>CMMI for Development (CMMI-DEV) Version 1.3</i> , CMU/SEI-2010-TR-033, Technical Report, Software Engineering Institute, November 2010, URL: <a href="http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/10tr033.cfm">http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/10tr033.cfm</a>

## 2 Introducción<sup>1</sup>

Uno de los aspectos de mayor interés para un Director de Proyecto es tener la posibilidad de determinar el esfuerzo necesario para desarrollar un proyecto lo antes posible y con el mayor nivel de confianza. Un cierto número de proyectos desarrollados basan esta estimación en el factor experimental; la capacidad del Director de Proyecto para prever posibles riesgos en el mismo, de la más adecuada pero exclusivamente cualitativa manera, por analogía con experiencias o implementaciones similares lo que es una práctica ampliamente adoptada.

A propósito, también una reconocida guía como es la *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos* (PMBOK - Project Management Body of Knowledge) [PMI08] en los procesos centrales, particularmente en la “*Estimación de la Duración de la Actividad*” (6.4), identifica entre las posibles técnicas para estimar la duración de un proyecto: en primer lugar, el “*juicio de expertos*”; en segundo lugar, “*la estimación por analogías*”; y deja para el tercer lugar, un criterio cuantitativo (*basado en duraciones cuantitativas*), dado por la multiplicación cualquiera que sea la unidad técnica de conteo por el nivel de productividad medio. En conclusión, el PMBOK propone un *amortiguador* de esfuerzo a tener en cuenta para enfrentarse a los riesgos eventuales del proyecto.

Medir una entidad, cualquiera que ésta sea, debería estar guiada más bien por el objetivo y no por evaluaciones subjetivas. Al menos, debería ser traducida en un lenguaje objetivo lo que por su naturaleza inherente no está, con el objetivo de manejarlo bien. “*No puedes controlar lo que no puedes medir*” cita la conocida frase de Tom De Marco [BUGL08]. Así pues, sería preferible elegir la tercera manera entre las propuestas por el PMBOK.

Durante los últimos 25 años la Ingeniería del Software ha dirigido mucho esfuerzo y atención a la estimación. La difusión y aplicación de modelos basados en los análisis de regresión tales como COCOMO [BOEH81][BOEH00] pueden representar adecuadamente su importancia, donde las relaciones entre el esfuerzo y el tamaño vienen dadas por:

$$\text{esfuerzo} = f(\text{tamaño})$$

Por lo tanto el punto inicial para calcular el esfuerzo de un proyecto es el tamaño del mismo. Las variantes finales para las funciones de  $f$  están fuera del objetivo de este documento, por favor consideren [CONT86] como un texto de referencia para los temas de estimación en un proyecto de desarrollo software<sup>2</sup>.

### 2.1 Medir un proyecto software: ¿qué unidades utilizar?

Los Puntos de Función (Function Points) [ALBR79][ALBR83] con sus múltiples variantes y evoluciones (referidos aquí como FSM- Funcional Size Measurement methods<sup>3</sup>) representan la familia de técnicas de medida más factible y con un mayor crecimiento de su difusión en el mundo de la Ingeniería del Software. [JONE95] resume eficientemente la *paradoja de la productividad* comparando lo que significa medir un proyecto usando Líneas de Código (LOC – Lines of Code) o usando una unidad funcional<sup>4</sup>.

Los conceptos básicos para la medición funcional pueden ser fácilmente resumidos en el conteo del número de funcionalidades (incluidas en la *frontera* del proyecto) desde el punto de

<sup>1</sup> [BUGL03]

<sup>2</sup> En lo siguiente, de acuerdo con [CONT86], puede ser considerado PRED (0.25) y con un MRE que no debería ser mayor al 25%, pero el Lector puede considerar otros porcentajes – por ejemplo: PRED(0.10)- dependiendo de sus exigencias.

<sup>3</sup> Para una discusión sobre la evolución y principales metodologías de FSM (tales como Mark-II [ISO02], NESMA [ISO05] y COSMIC-FFP [ISO03]), ver [BUGL08], Capítulo 2.

<sup>4</sup> Para una completa y exhaustiva discusión sobre la *paradoja de la productividad* y su Backfiring, ver [JONE95] [JONE96]

vista del Usuario, expresado a través de un cierto número de *entidades técnicas*, cada uno de estas con un *peso* acorde con su relacionado nivel de complejidad, el cual añade una porción a la *complejidad general* para tal específica solución software. Así, de manera genérica, es posible resumir lo anteriormente dicho de la siguiente forma:

$$tamano = \left[ \sum_i^n (entidad_i * nivel\_complejidad) \right] * factor\_ajuste$$

## 2.2 Cuando realizar el conteo del tamaño de un proyecto e información necesaria

En el CPM (Counting Practice Manual, Manual de Practicas de Medicion) de IFPUG v4.3 [IFPU10], Parte 2 - Capítulo 3 se identifican tres categorías de documentos – derivados del estudio de Viabilidad con un nivel creciente de detalle y además una mayor precisión del conteo:

- **Requisitos Iniciales de Usuario:** esta fase representa los Requisitos de Usuario antes de la reunión mantenida entre el Usuario y el Equipo del Proyecto. Las características asociadas al uso de la documentación en este punto suelen ser: incompleta, no presenta características que no hayan sido derivadas del análisis, dificultades en la implementación, algunos puntos son extremadamente genéricos que no permiten derivar en un número correcto de Puntos de Función.
- **Requisitos Técnicos Iniciales:** esta etapa representa el punto de vista de los Desarrolladores sobre los requisitos de Usuario creados del estudio de Viabilidad. Además, algunos temas técnicos para la implementación se incluyen incluso aunque puede que no se tomen en cuenta para el conteo final. Las características asociadas al uso de este tipo de documentación en este punto suelen ser: dependiente de la tecnología, puede que no tengamos una adecuada identificación de las funcionalidades necesarias por el Usuario, demasiado énfasis en asuntos técnicos, *fronteras* definidas desde la arquitectura técnica de otras aplicaciones de la Organización.
- **Requisitos Funcionales Finales:** este punto representa en fin el resultado de la reunión entre el Usuario y Equipo del Proyecto, permitiendo generar una definición de requisitos funcionales consistente y completa. Tal versión final es obtenida además, **antes** de comenzar la fase de desarrollo. Tal y como dice el CPM, “*El conteo de puntos de función, asumiendo que no habrá cambios adicionales de alcance, debería ser consistente con el conteo en la finalización del desarrollo*”.

Por lo tanto, la medición de un proyecto con un método FSM tal como FPA tan solo puede hacerse al final de la fase de “Análisis” en un Ciclo de Vida del Proyecto, teniendo a su disposición una información con un nivel de detalle avanzado sobre la implementación del software dado a conocer al Cliente.

Las exigencias de los negocios requieren cada vez más y más anticipar el momento de la estimación del tamaño del proyecto, para definir el esfuerzo necesario y los costes derivados (e ingresos esperados) para el proyecto. Con el objetivo de validar tal tendencia, se han desarrollado numerosas versiones “Temprano & Rápido” (E/F – Early-Fast) de FPA [SYMO98][NESM05] [MELI97]. Estas versiones proporcionan – obviamente ahorrar tiempo en el conteo del tamaño funcional, pero con un nivel inferior de confianza – el número final de unidades funcionales de tamaño y consecuentemente, si son usadas con un sistema de pronóstico, para calcular el esfuerzo estimado para desarrollar la solución software, en contra de un uso “completo” de una cierta técnica de medida. Un problema podría surgir cuando una compañía durante la fase de oferta, no pudiera o no tuviera la posibilidad de gastar el tiempo necesario para aplicar de manera correcta esas técnicas tempranas. Pero se debe dejar claro que en cualquier caso esas técnicas medirían solo el tamaño funcional del producto de un un software, no el tamaño del proyecto software. [BUGL10].

Las siguientes figuras resumen los momentos y medidas para una medición típica de un proyecto durante un completo CVS, desde la fase de Oferta en adelante.

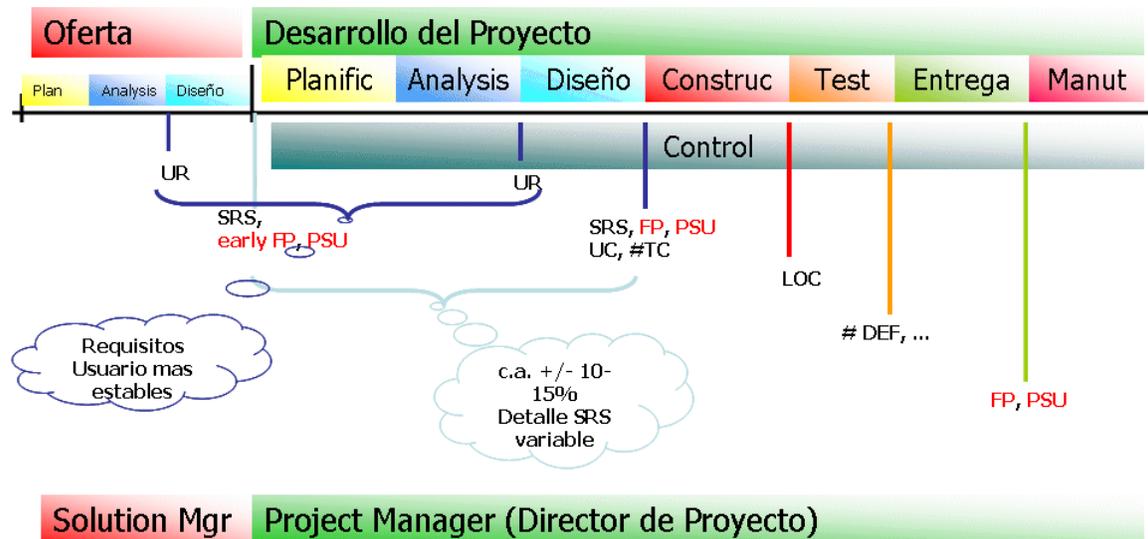


Fig. 1 – Medidas del tamaño de un software y momentos posibles de unión durante el CVS

## 2.3 Métodos “Temprano & Rápido” y métodos “Estándar”: ¿amigos o enemigos?”

Tales versiones “Temprano & Rápido”, incluso con un nivel bajo de detalle, presentan numerosas entidades técnicas (entradas, salidas, consultas, micro funcionalidades...). Usando una base histórica de proyectos adecuadamente poblada, con ambas técnicas: la completa y la técnica “Temprano & Rápido”, uno es capaz de calcular un *factor de conversión* para aplicarlo en nuevos proyectos, usando técnicas tempranas, permite obtener con una buena aproximación, el número de unidades<sup>5</sup> de tamaño “estándar”. De forma general, es posible resumirlo en lo siguiente:

$$tamano\_total = tamano\_temprano * factor\_ajuste$$

Por lo tanto, a través del análisis de MREs (Mean Relative Errors), PRED (0.25) y otras variables de estimación típica de cada proyecto y aquellas que se refieren al conjunto completo de proyectos, se puede verificar y evaluar cuanto encajan las estimaciones con los dos sistemas: el “estándar” y el temprano.

Otra posible solución sería tener en cuenta tan sólo la técnica temprana, evaluando el MRE y el PRED(0.25) tan solo refiriéndose a los esfuerzos estimados y finales, para así derivar el factor de ajuste para calcular el número correcto de hombres /días.

## 2.4 Proyectos Ágiles y la Estimación

Los métodos ágiles (AM- Agile Methods) tales como XP, FDD y DSDM representan soluciones interesantes para proyectos con requisitos inestables, ciclos de vida SW iterativos, hitos a corto plazo y equipos de desarrollo pequeños. Sólo durante los últimos cinco años, se ha

<sup>5</sup> [ISO03] (la versión ISO/IEC de COSMIC-FFP) en el Capítulo 6 propone como comparar los resultados entre los puntos de función COSMIC y los puntos de función IFPUG.

prestado atención también a las prácticas de Gestión de Proyectos dentro de las metodologías ágiles. A través de este interés, las prácticas de planificación y calendario han sido adaptadas a las metodologías ágiles, pero con mucha menos atención a los procesos de estimación. AM son todavía un joven acercamiento al desarrollo del SW y todavía hace falta realizar mucho trabajo para mejorar la manera en que los AM llegan a estimar, incluyendo adaptar prácticas relevantes de metodologías ya establecidas y altamente probadas.

[BUGL07b] presenta un análisis detallado de los pros y contras que existen en la mayoría de las prácticas de estimación con métodos ágiles (AM- Agile Methods), haciendo énfasis en cuatro puntos comunes:

- No hay estimación de los requisitos no funcionales (NFR) de los proyectos
- No se adaptan a unidades de medida
- No hay prácticas de agrupamiento y uso de datos históricos
- No se aplica ningún estándar

En particular y mirando al primer punto, es difícil aplicar una FSMM a un proyecto ágil debido a la típica inestabilidad en los requisitos, y por el común uso de sólo hacer énfasis en el lado funcional de los requisitos (por ejemplo, lo que en XP se conoce como: ‘Historia del Usuario’ -User Story). Por lo tanto, PSU, podría representar una unidad de tamaño que encajara también con este tipo de proyectos, tal y como se ilustra en la Sección 4.9.

## 2.5 Métodos “Tempranos”: ¿cuál es la fase correcta del CVS?

Un Ciclo de Vida del Software (CVS) estándar como el de ISO/IEC 12207:2008 [ISO08] muestra una lista de “*procesos, actividades y tareas*” que deben ser aplicadas para desarrollar o mantener un sistema software, pero explícitamente “*no especifica los detalles de la implementación o ejecución de cada una de las tareas incluidas en los procesos*” (Capítulo 1.5).

Aparte de los detalles técnicos de la organización del “ciclo de vida” (cascada, espiral, de prototipos,...) y los relacionados criterios de selección, debe tenerse en cuenta en mayor profundidad, previamente a las fases del CVS, la fase de Oferta y cuya información de salida – si se gana la oferta - es más consistente que un simple estudio de viabilidad. La mayoría de los modelos de Mejora de los Procesos Software (SPI - Software Process Improvement / Mejora del Proceso Software) pueden ayudar a determinar esta información *escondida*.

### SPICE98 (ISO/IEC IS 15504-x)

El proceso de gestión del proyecto en ISO/IEC 15504 (también conocido como SPICE) es el MAN.2 (Gestión del Proyecto - Project Management) y presenta 12 Prácticas Base (BP, Base Practices), definidas en una secuencia temporal para la implementación. En particular debemos apuntar que MAN.2. BP4 (Recursos y tareas de Estimación y Tamaño/Size and Estimate tasks and resources) precede en el tiempo a BP.10 (Establecer e Implementar Planes del Proyecto - Establish and implement Project Plans). En la Parte 5, Apéndice A del modelo ISO [ISO02] están además listadas las entradas y salidas para cada uno de los procesos definidos. Para el procesos MAN.2 algunas de las entradas resultan del proceso de oferta (como por ejemplo: el contrato, un acuerdo con el Cliente, especificaciones funcionales de alto nivel, información del entorno a desarrollar,...) La fase de Análisis de los “requisitos técnicos finales” para calcular los Puntos de Función en SPICE se identifica dentro de los *procesos primarios*, en ENG.1.3. (*Diseño Software*) al final de lo que puede tener disponible también detalles de bases de datos, necesarios para un conteo correcto de los DET y RET, componentes de datos en FPA.

### Sw-CMM v1.1 (1993) / CMMI-DEV v1.3 (2010)

El proceso de Planificación en el Sw-CMM v1.1 [PAUL93] está incluido en una Área Clave de Proceso (KPA) del Nivel 2, llamada SPP (*Software Project Planning*, Planificación del Proyecto Software). Particularmente, la Actividad 9 (Ac9) en el punto #1 menciona que las estimaciones del tamaño del software deben hacerse para todos los principales productos y actividades software incluidas en el proyecto, refiriéndose también a algunas métricas de referencia como LOCs (Lines of Code - Líneas de Código) y Puntos de Función, mientras que la Actividad 2 (Ac2) especifica que la planificación del proyecto software (como una subparte del proyecto entero) comienza en las fases más tempranas y se realiza **en paralelo** a la planificación del proyecto completo. La actividad de Análisis está sin embargo, gestionada en una KPA de Nivel 3 llamada SPE (*Software Product Engineering* - Ingeniería del Producto SW). En particular, el Diseño del Software se describe en la Actividad 3 (Ac3), con consideraciones análogas a las ya vistas anteriormente en los procesos de SPICE.

Se pueden hacer las mismas consideraciones con CMMI-DEV en su nueva versión 1.3 [SEI10], donde la primera práctica específica al planificar un proyecto (PP, SP1.1) se refiere a la declaración del objetivo del proyecto a ser gestionado y estimado, también (pero no sólo a eso) a través de sus productos de trabajo.

Por lo tanto, si las informaciones necesarias para producir el número de Puntos de Función en ciertos momentos durante el Ciclo de Vida del Proyecto no estuvieran disponibles, ¿qué tamaño debería un Director de Proyectos declarar para así poder estimar el esfuerzo requerido para dicho proyecto y consecuentemente planificar las actividades y crear el diagrama Gantt?

### 3 Project Size Units (PSU): Base Logica

La pregunta anterior fue provocativa intencionadamente, pero deriva de una experiencia real en grandes empresas Tecnología Información y Comunicación (ICT). Algunas de las premisas necesarias son: no todos los proyectos pasados, almacenados en una base de datos de históricos, declaran una *unidad de medición*, basándose – como se ha introducido ya en las primeras líneas de este párrafo – en la experiencia y estimación por analogía, los dos primeros criterios listados en el PMBOK.

Pero si la aplicación de un criterio cuantitativo (el tercer criterio en el PMBOK2004, Capítulo 6.4) tales como los Puntos de Función u otras medidas funcionales similares es posible tan sólo al acabar la fase de Análisis y Diseño, ¿cual es el “metro” correcto – respetando los mismos principios orientadores - para medir la solución software bajo examen y usando tal número en un sistema de previsión para derivar en la fase de Planificación el número de hombres/días necesarios?

La respuesta, ya presentada, ha consistido en pensar e introducir una técnica de estimación “temprana”. Esta original técnica se llama **PSU (Project Size Unit)**, derivada de la medida funcional lógica expresada en el Análisis de Puntos de Función. Si, como se ha dicho, FPA mide el tamaño funcional para un software en un cierto momento de tiempo  $t_x$ , en el ciclo de la vida del proyecto, PSU quiere – al menos como un deseo – mantener de nuevo el mismo criterio inspirador, trasladándolo al tiempo  $t_{(x-1)}$  del ciclo de vida, refiriéndose a las salidas disponibles en tal momento. Recuperando la ecuación genérica para el cálculo del tamaño usando un método funcional:

$$tamano = \left[ \sum_i^n (entidad_i * nivel\_complejidad) \right] * factor\_ajuste$$

los siguientes puntos han sido destacados:

- Entidades: la pregunta inicial fue: ¿qué información está disponible cuando se pide realizar la estimación, es decir, al final de ganar una oferta? El detalle – nada irrelevante - es dar una “respuesta” consistente para todos los proyectos, sin importar las particularidades o *modus operandi* de un solo Director de Proyectos. Los ‘work products’ que seguramente estén disponibles son: los Requisitos de Usuario, diferentemente formulados por el cliente, a la vez que los Anexos Técnicos producidos por el Proveedor con la solución técnica aceptada (se supone que la oferta ha sido ganada y que la planificación del proyecto va a comenzar), pero no hay todavía suficiente detalle para poder contar el número de entradas, salidas, ficheros, tablas, etc. Además simplemente los Requisitos de Usuario podrían representar una sobre simplificación. Su refinamiento – antes de escribir los Requisitos Funcionales y el Diseño de documentos – pueden, bajo el acuerdo del Equipo de Proyecto, producir una lista detallada de requisitos. Así, cada uno de los requisitos de usuario definidos para desarrollar en el proyecto serán “traducidos a la práctica” a través de una subsecuencia de actividades (**tareas**) escritas en la WBS (Estructura de División del Trabajo), que representan la entidad a medir.
- Nivel de complejidad de las entidades consideradas. Después de determinar cuál es la entidad a medir, el siguiente paso es dar un peso al nivel de complejidad para asignarlo a las distintas instancias de la entidad que estemos considerando. Uno de los mayores puntos de discusión de los métodos funcionales de medición del tamaño (FSMM) viene dado sólo por el peso de las entidades de medida y la manera de hacerlo. En nuestros días, el resultado es que tanto en los Puntos de Función como en métodos similares, el factor de ajuste es opcional, tomando en cuenta sólo el valor “no ajustado”, porque objetivamente deriva del desarrollo de actividades técnicas, la primera meta de Albrecht. En nuestro caso, desde que hemos elegido medir no un elemento detallado como una entrada o fichero, sino una entidad de nivel mayor, los requisitos de los cuales tales elementos serán derivados, no es posible abandonar las consideraciones de su peso. ¿Cómo un requisitos puede pensarse, bajo estas premisas?

Porque nosotros intentamos calcular el tamaño del proyecto, la meta final es estimar el esfuerzo necesario para producirlo. Por lo tanto, si un Director de Proyecto supiera no tener que calcular necesariamente el tamaño (como en el primer criterio del PMBOK), el siguiente paso será simplemente trazar un diagrama Gantt, listando las actividades detalladas para realizar y asignando una duración máxima para cada tarea. Con el objetivo de crear una cierta uniformidad al escribir y estimar proyectos, será necesario determinar la escala de tiempo (estadísticamente calculada) para parametrizar las tareas con el tiempo necesario para su ejecución, siendo este el esfuerzo:

1 Req. Usuario  $\rightarrow$  x Req. Detallados Usuario  $\rightarrow$  y tareas ( $\rightarrow$  w sub-tareas)  $\rightarrow$  z hombres /día

Teniendo en cuenta tres niveles de complejidad (alto, medio, bajo) para el análisis de los datos históricos del proyecto y observando el nivel de granularidad para las tareas insertadas en el diagrama Gantt, nosotros asignamos un único tiempo correspondiente para cada requisito de usuario detallado con respecto al número de tareas derivadas (unidas a un esfuerzo estándar expresado en hombres/días). Suponiendo que de un detallado UR se derivan dos tareas a insertar en el diagrama Gantt, cada una convencionalmente tendrá un peso mayor a 5 hombres/día (total 10 h/d), les asignaremos una complejidad “baja” y así hasta llegar a la definición de complejidad “alta”.

La tormenta de ideas (*brainstorming*) del Equipo de Proyecto sobre el número de tareas para detallar el UR tiene por seguro una influencia en el número total y final de PSU sin ajustar calculados. Obviamente un UR “traducido” como una sola tarea de “alta” complejidad pesará menos que un UR con un cierto número de tareas de “baja” complejidad. Por consiguiente, la indicación estadística derivada del máximo número de hombres/día para cada nivel de complejidad tiene como alcance final de hacer uniforme la manera en la que el proyecto debe ser expresado. De hecho, comparando varios diagramas Gantt de proyectos, no importa el número final de hombres/día, más allá de la discusión con el cliente, la presencia de una sola tarea de “Análisis” para un total de 40 h/d en lugar de una detallada para cada UR acordado, permite también leer *a posteriori* si los encargos hechos han sido reales, sobreestimados o subestimados. Desde que no tenemos una comparabilidad “visual” entre proyectos similares, la estimación permanece como una actividad totalmente en las manos y la experiencia del Director del Proyecto, absolutamente unida a un factor no objetivo.

Seguramente en este punto se plantea la pregunta: ¿por qué no calcular directamente el esfuerzo sin contar nada más? Podría parecer, como dice el dicho, que “*es la pescadilla que se muerde la cola*”: suponer un esfuerzo (el del esfuerzo medio por tarea) para estimar otra (la estimación total para el proyecto, por agregación). La respuesta, incluso pareciendo trivial, tiene su fundamento en la primera fórmula propuesta: el esfuerzo es función del tamaño de un proyecto que puede ser expresado básicamente en el número de “cosas por hacer”. Refinando el concepto (a un nivel que puede llamarse N-2), las “cosas a hacer” en FPA (Puntos de Función Ajustados) son los datos y transacciones, clasificadas en cinco entradas bien conocidas (ILF, EIF, EI, EO, EQ). En un nivel ligeramente superior, (nivel N-1), donde no es todavía posible contar tales detalladas entidades, puede por lo tanto, ocurrir solo como una función del “número de cosas para hacer (tareas)”.

Los dos resultados para esta fase serían por lo tanto:

- a) el **número de tareas asociadas a cada UR detallado**, contados en base a la tabla que establece la correspondencia entre el número de h/d a gastar como media para una tarea considerada de alta/media/baja complejidad (esto es además una aplicación directa de la productividad media discutida antes);

b) El **peso** – estadísticamente derivado del análisis periódico de la base de datos histórica del proyecto - **asociado a cada uno de los niveles de complejidad** definidos.

La multiplicación del número de entidades (tareas técnicas finales en el WBS) por el peso relativo de los tres niveles de complejidad devuelve por lo tanto el número de **PSU no ajustados**, que es el primer valor determinado.

- **Factor general de ajuste.** La cantidad encima determinada (PSU no ajustados) se refiere exclusivamente al esfuerzo técnico a proveer para el proyecto. Este primer número por lo tanto excluye otros esfuerzos de gestión y tareas cualitativas. Tal esfuerzo, en lo que atañe a las actividades que los estándares SPICE o ISO/IEC 12207 llaman *procesos primarios*, será proporcional a la cantidad de actividades técnicas. También en este caso es posible derivar el valor medio histórico para estos dos grupos de actividades en referencia a la cantidad de esfuerzo para las actividades técnicas, esto es el número de PSU no ajustados. Por tanto, periódicamente una tabla que ponga en relación el número de PSU no ajustados y el esfuerzo de la gestión-cualitativa para añadir a la técnica debe estar al día. Tal y como se nombra en el cuarto informe del PMBOK (*contingency* o *buffer*), el factor de ajuste planeado, como un riesgo a considerar en lo que atañe a la dura estimación técnica, está intrínsecamente incluido aquí y derivado de los datos históricos de esfuerzo de los proyectos cerrados.

Por lo tanto el resultado de esta fase será el cálculo de PSU refiriéndose sólo a las tareas Q/M, pero teniendo cuidado si este componente está alineado razonablemente a los datos históricos de proyectos de proyectos pasados. De hecho, se podría actualizar periódicamente una tabla, devolviendo las **proporciones del esfuerzo adicional para tareas de gestión y cualitativas** en contra del total de PSU sin ajustar.

Finalmente, la suma de PSU sin ajustar (dados por los procesos *primarios*) con el “factor de ajuste” (dado por los procesos de *organización* y *soporte*) devolverá el número final de PSU para el proyecto.

### 3.1 PSU y FPA: primer nivel de comparación

La siguiente tabla compara los elementos básicos para determinar el tamaño en FPA (Puntos de Función Ajustados) y en PSU.

Método \ Elementos	Entidad	Complejidad	Factor de Ajuste	Complejidad
<b>FPA (estándar)</b>	Datos (ILF, EIF) y transacciones (EI, EO, EQ) relacionadas con los requisitos funcionales de un sistema software	3 niveles (Alto /Medio/Bajo) para cada tipo de entidad	14 Características Generales del Sistema (GSC)	Pesos (0-5) para cada una de las 14 GSC con un $\pm 35\%$ de variabilidad del valor de los puntos de función (FP) sin ajustar.
<b>PSU (temprano)</b>	Detallada (funcional) UR y tareas derivadas (regla: 1 tarea = max x m/d) para las tareas del SLC	3 niveles (A/M/B) para cada tarea detallada en cada UR (y por lo tanto h/d obtenido estadísticamente)	% peso para evaluar la cantidad de esfuerzo necesaria en proporción para las tareas de gestión y cualitativas	Este porcentaje deriva del análisis de la base de datos histórica de proyectos y su número proporcional de PSU sin ajustar.

**Tab. 1 – FPA y PSU: comparación de los elementos básicos de cálculo**

Como señalado más adelante en este documento, el tema "Factor de Ajuste" en los requisitos no funcionales (NFR), como introducido en las normas ISO sobre métodos FSM se convierte en «aditivo» en lugar de "multiplicador".

La siguiente tabla propone otros puntos de vista para comparaciones entre PSU (como una medida de tamaño temprana) y FPA (como uno de los posibles FSMM):

	<b>Métodos Tempranos (PSU)</b>	<b>Métodos Estándar (FPA)</b>
<b>Fase SLC en la que aplicar</b>	Planificación (nivel N-1)	Diseño (nivel N-2)
<b>Nivel de precisión</b>	Menor que en los métodos estándar	Mayor que en los métodos “tempranos”
<b>La unidad de tamaño se refiere a</b>	Proyecto	Requisitos Funcionales de Usuario (FUR)
<b>Parámetros de control para verificar la estimación precisa</b>	En ambos casos, los valores MRE y Pred(0.25) calculados en la estimación del esfuerzo deben ser comparados con aquellos calculados al final del proyecto y el MMRE y Pred(0.25) en el completo conjunto de proyectos incluidos en la base de datos histórica de proyectos usada para el sistema de pronóstico.	
<b>Información necesaria para el nivel</b>	Documentación de la fase de Oferta	Documentación de la fase de Análisis
<b>Habilidades pedidas para la estimación</b>	Equipo de Proyecto	Contador de Puntos de Función (preferentemente un CFPS)
<b>Tiempo necesario para la estimación</b>	0.5 h / d (para el conteo de PSU)	1.5 – 2 h/d (para el conteo de FPA en proyectos de tamaño medio [SANT05])
<b>Puntos fuertes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo rápido</li> <li>• No son necesarios conocimientos sobre FPA</li> </ul> <p><i>La estimación del proyecto puede realizarse antes de la fase de Análisis y Diseño</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor precisión en el cálculo del tamaño para ser usado en la estimación</li> <li>• Comparabilidad externa de resultados</li> </ul>
<b>Debilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor precisión en el cálculo del tamaño acostumbrado para la estimación, verificación de correlaciones con técnicas estándar</li> </ul> <p><i>Comparabilidad interna de resultados</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor esfuerzo para conseguir derivar el número de puntos de función (FP)</li> <li>• Requiere conocimiento sobre los FPA</li> </ul> <p><i>La estimación del proyecto puede hacerse antes de comenzar la fase de Desarrollo (Codificación)</i></p>
<b>Comentarios</b>	<i>Experimental de la técnica y para uso interno. Posible evaluación comparativa externa compartiendo el sistema de pesaje y las definiciones de la duración de las tareas..</i>	<i>Técnica consolidada y difundida, con reglas de conteo regularmente controladas por cuerpos internacionales.</i>

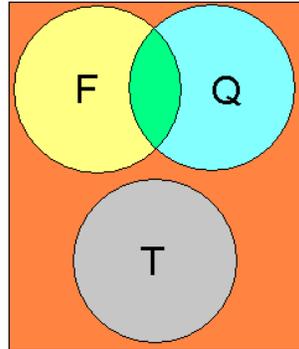
**Tab. 2 – Métodos de Medición Estándar y Tempranos. Características, Pros y Contras**

### 3.2 PSU y FPA: ¿qué relación tienen?

Una pregunta básica es: ¿qué tipo de esfuerzo mide una Método Funcional de Medición de Tamaño (FSMM) como IFPUG FPA, COSMIC-FFP, NESMA o Mark.II? ¿El esfuerzo relacionado con el proyecto entero o sólo con una parte de él? El estándar ISO/IEC 14143-1 [ISO907] y después también del estándar IFPUG [IFPUG10] establece que los Requisitos de Usuario pueden clasificarse en tres tipos posibles, tal y como se muestra en la Fig 2:

- Requisitos Funcionales de Usuario (FUR): “*un subconjunto de los requisitos de usuario. Los Requisitos de Usuario representan las prácticas y procedimientos de usuario que el software debe realizar para satisfacer las necesidades del usuario. Esto excluye los Requisitos de Calidad y cualquier Requisito Técnico*”.

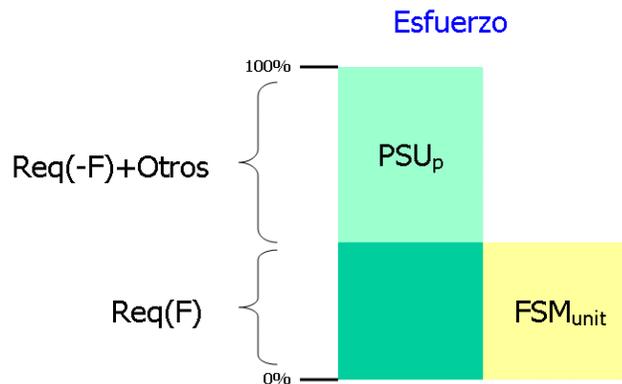
- Requisitos de Calidad (**Quality**): “cualquier requisitos relacionado con la calidad del software tan y como se define en ISO 9126:1991”.
- Requisitos **Técnicos**: “requisitos relacionados con la tecnología y ambiente, para el desarrollo, mantenimiento, soporte y ejecución del software”.



**Fig. 2 – Taxonomía de los Requisitos: Funcionales (F), de Calidad (Q) y Técnicos (T)**

La intersección lógica entre los requisitos de tipo F y de tipo Q es debida a que la *funcionalidad* es la primera característica de calidad listada en el estándar ISO/IEC 9126-1:2001. Así, esto debe reafirmar que un FSMM mide el tamaño de simplemente la parte funcional de un producto software de trabajo y no del proyecto entero cuyo objetivo es producir dicho software. En este sentido, el IFPUG está trabajando en un nuevo método, llamado **SNAP** (Software Non-functional Assessment Process)<sup>6</sup> para la medición del tamaño de los requisitos no funcionales (NFR) de los productos de software. Esta nueva medida se complementa con los PF tradicionales, para mejorar el proceso de medición y estimación del software.

La siguiente pregunta es: ¿qué mide PSU? La respuesta está aquí: depende, porque puede haber distintas posibilidades, desde el FUR – como un FSMM, permitiendo una comparabilidad directa – hasta el proyecto por completo, considerando el conjunto entero de Requisitos de Usuario, sin importar de qué tipo de requisitos se trate (F/Q/T). En el primer caso, se refiere a **PSU<sub>f</sub>** (f=funcional), y en el segundo caso a **PSU<sub>p</sub>** (p=proyecto). Las reglas de cálculo son exactamente las mismas y será suficiente en la Base de Datos Histórica del Proyecto para considerarlas como diferentes tipos de unidades, porque usan una cantidad diferente de entradas.



**Fig. 3 – Relación entre PSU<sub>p</sub> y FSMM**

<sup>6</sup> Ver. la seccion ‘Download’ a la pagina: <http://ifpug.org/about/ITperformance.htm>

PSU ha sido creada pensando en una aplicación para proyectos software, pero desde que con  $PSU_p$  la entidad a ser medida es el “proyecto”, es posible aplicarlo también a otro tipo de proyectos, por ejemplo proyecto de *servicio*. En este caso, podemos referirnos a  $PSU_s$  (s=servicio) y – como se ha dicho antes- almacenarlas en unidades diferentes de medida dentro de la Base de Datos Histórica de Proyectos (PHD – Project Historical Database), agrupando los proyectos de acuerdo a su naturaleza.

Suponiendo que tenemos medidos un conjunto de 5 proyectos (seleccionados de una agrupación de proyectos con características similares) en la fase de oferta usando  $PSU_p$  y después, desde la fase de análisis/diseño también con FPA, obteniendo una situación como la que se presenta en la Figura4<sup>7</sup>:

Pj Conjunto A							Requisitos (Esfuerzo %)				
Id	FSMM	vers	#unidad	# $PSU_p$	# $PSU_f$	Esfuerzo	F	Q	T	Esf. Tot	Otro Esf
p101	FPA	4.2	257	155	65	1200	42,00%	12,00%	46,00%	66,25%	33,75%
p102	FPA	4.2	420	152	85	1350	56,00%	9,00%	35,00%	79,26%	20,74%
p103	FPA	4.2	221	133	63	950	47,00%	15,00%	38,00%	83,16%	16,84%
p105	FPA	4.2	380	376	147	2500	39,00%	17,00%	44,00%	69,44%	30,56%
p107	FPA	4.2	153	112	55	670	49,00%	8,00%	43,00%	72,69%	27,31%
	<b>Max</b>		420,00	376,00	146,64	<b>2500,00</b>	56,00%	17,00%	46,00%	83,16%	<b>33,75%</b>
	<b>Media</b>		286,20	185,60	82,85	<b>1334,00</b>	46,60%	12,20%	41,20%	74,16%	<b>25,84%</b>
	<b>Mediana</b>		257,00	152,00	65,10	<b>1200,00</b>	<b>47,00%</b>	12,00%	43,00%	72,69%	<b>27,31%</b>
	<b>Min</b>		153,00	112,00	54,88	<b>670,00</b>	39,00%	8,00%	35,00%	66,25%	<b>16,84%</b>

Fig. 4 – Factor de Homogeneidad (HF) entre  $PSU_p$  y FPA

la primera información necesaria es saber la cantidad de requisitos funcionales respecto al conjunto entero de requisitos para tal proyecto. Esta información (HF – Homogeneity Factor, en castellano FH – Factor de Homogeneidad) se deriva de calcular la mediana del esfuerzo esperado para los requisitos de tipo “F” (funcionales), esto es el esfuerzo directamente relacionado con la medida funcional de tamaño usando FSMM<sup>8</sup> (columna “#su – unidades de medida”). Aplicándolo, el valor HF, a la columna de “ $PSU_p$ ”, podemos obtener la columna “ $PSU_f$ ”, para permitir una comparación directa entre las dos medidas<sup>9</sup>.

Id	FSMM	vers	#unidad	# $PSU_p$	# $PSU_f$	Esfuerzo <sub>i</sub>
p101	FPA	4.2	257	155	65	333,9
p102	FPA	4.2	420	152	85	599,2
p103	FPA	4.2	221	133	63	371,3
p105	FPA	4.2	380	376		677,0
p107	FPA	4.2	153	112	55	238,6
nuevo proyecto	FPA	4.2	1395	416	196	685,5

Fig. 5 –  $PSU_p$ ,  $PSU_f$  y FP: un ejemplo de subconjuntos de proyectos

Usando los cinco proyectos y considerando una regresión lineal, encontraremos un  $R^2=0.508$ , como muestra la Figura 6.

<sup>7</sup> Estos valores son representados simplemente para el ejemplo de discusión. Por favor, no deben considerarse como ratios de conversión.

<sup>8</sup> Por ejemplo, mirando detalladamente a la Base de Datos Histórica del Proyecto (PHD), el esfuerzo total para el proyecto P101 está repartido entre los tipos F/Q/T de la siguiente forma: F=42%, Q=12%, T=46%. Y así para el resto de proyectos almacenados en el PHD.

<sup>9</sup> Cuando se tiene en cuenta  $PSU_f$ , no necesitamos calcular HF.

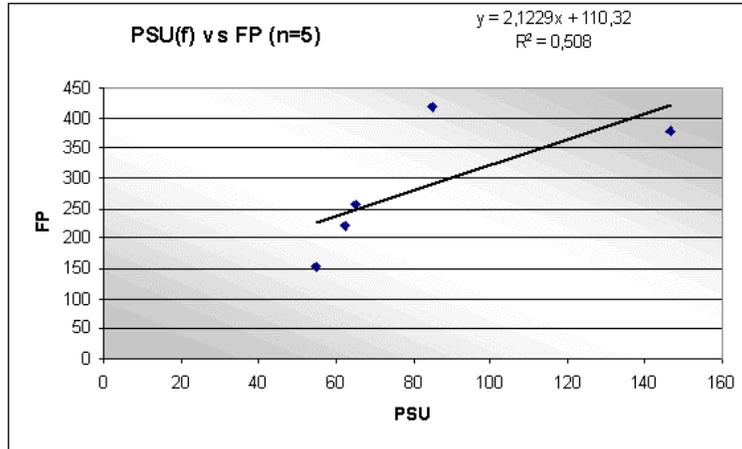


Fig. 6 –  $PSU_f$  vs  $FP$  ( $n=5$ )

Mirando a la distribución de puntos y excluyendo el proyecto P105 (un posible *outlier*), la nueva relación lineal mejorará como muestra la Fig. 7, obteniendo un  $R^2=0.9965$ .

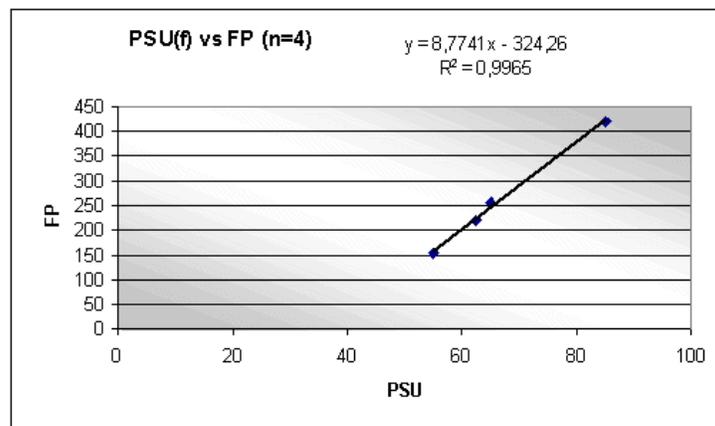


Fig. 7 –  $PSU_f$  vs  $FP$  ( $n=4$ )

Aplicando estos coeficientes, obtendremos  $FP^*=1395$  para el nuevo proyecto, lo que será el número estimado de FP a usar desde la fase de oferta y para verificar desde el primer momento real de conteo (fase de diseño). Se puede introducir y considerar más ajustes por estimadores mientras que determinamos los  $FP^*$ , mirando a las históricas series de diferencias entre  $FP^*$  y los PF contados en la fase de diseño.

### 3.3 PSU y PHD: Contear Proyectos Pasados (*Backfiring*)

Cómo ya se ha introducido, el elemento central en la gestión de procesos (por ejemplo. ISO/IEC 15939:2007) es la disponibilidad de una base de datos histórica, que contenga los datos de proyectos pasados, útiles para muchos propósitos, pero siendo el primero de todos para la estimación de futuros proyectos<sup>10</sup>. El principal tema manejando este tipo de bases de datos para la estimación es la cantidad de instancias contenidas en tales bases de datos: a más registros, mayor será la confianza de pronósticos desde tal base de datos.

<sup>10</sup> Ver CMMI-DEV, PP SP1.4

Con PSU es posible calcular desde la documentación de los proyectos pasados el número de PSU y grabarles en el Project Historical Database (PHD), especificando que el proyecto ha sido medido in una manera *backfired*, a decir volviendo atrás. El efecto será de tener un momento de recogida “usado” con respecto de los tres sugeridos cuando se usa una medida de tamaño a un nuevo proyecto (oferta, diseño, fin del proyecto).

### 3.4 Automatización de PSU

Desde que PSU trabaja con WBS, es posible integrar las reglas de cálculo discutidas en la Sección 3 directamente en una herramienta de Gestión de Proyectos, para así ahorrar tiempo y calcular en un menor tiempo PSU, implementando también características que se puedan exportar para permitir la unión de los datos de proyecto para construir o realimentar la Base de Datos Histórica de Proyectos (PHD- Project Historical Database).

Una lista de requisitos para automatizar la técnica esta disponible en BUGL11]

### 3.5 PSU en la Web

Noticias y actualizaciones sobre PSU están disponibles en: <http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm>. Desde esta página web se pueden descargar también plantillas y otros materiales relacionados con PSU.

Comentarios y sugerencias para mejorar la técnica serán bienvenidos: podrá mandarlos a: [luigi.buglione@computer.org](mailto:luigi.buglione@computer.org).

## 4 PSU: Procedimiento de Cálculo

Después de proporcionar la base lógica para los PSU, ahora es hora de proponer su método de cálculo, proporcionando toda la información práctica.

### 4.1 Entradas necesarias

Los documentos e información a tener en cuenta deberían ser aquellos derivados de los resultados de la Oferta o de los requisitos internos de proyectos:

- Llamadas de Ofertas, conteniendo Requisitos de Alto Nivel (desde los Clientes)
- Supuestos para estimaciones llevadas a cabo durante la fase de la Oferta (desde el Proveedor)
- Propuestas Técnicas (desde el Proveedor)
- WBS inicial del proyecto (desde el Proveedor)

### 4.2 Supuestos iniciales

- **Consistencia en la aplicación de reglas de conteo.** Como todas las técnicas, también PSU requiere – para proveer de valores homogéneos – la aplicación consistente en proyectos para así incrementar la Base de Datos Histórica de Proyectos de la empresa (PHD), siguiendo las reglas detalladas en las siguientes secciones. Si estas reglas no son tomadas en cuenta, podría causar valores no homogéneos invalidando los resultados de estimaciones del esfuerzo. Por ejemplo, en FPA se acepta una variabilidad máxima del 10% entre dos conteos sobre el mismo proyecto, para así reducir la subjetividad en la medición. El mismo principio es válido para PSU ya que ha sido cogido prestado de las Aproximaciones y Reglas de FPA.
- **Proporcionalidad entre el tamaño y la complejidad.** Como en cualquier método de medición, cuanto más grande sea una entidad, mayor será la complejidad que maneja y por consiguiente mayor será el esfuerzo necesario para realizar su gestión.
- **Propiedad Aditiva.** PSU respeta la propiedad aditiva; esto implica que diferentes estimaciones realizadas por varios estimadores sobre partes de un proyecto pueden ponerse en conjunto para obtener el valor final de  $PSU_p$ . Esto es un caso muy común, donde varios Líderes de Equipo tienen que proveer al Director del Proyecto estimaciones parciales de sus propios sub-sistemas, para la consolidación del Director del Proyecto en un único valor final del esfuerzo y tamaño. Una ventaja de usar PSU para conteos parciales es que más y más gente dentro del Equipo del Proyecto sabrán y compartirán estos conceptos de medición y será más fácil para aquellos equipos no cualificados en FSMM, moverse hacia estos métodos en el futuro.

Algunas definiciones usadas en las siguientes secciones se muestran más abajo, con el fin de clarificar el significado del presente documento.

- *Requisitos de Usuario* significan los deseos del cliente, no un UR documentado en el Análisis de Documentos, ya que esto está –en el momento de medición de PSU- temporalmente en la fase de Planificación todavía. En este documento los requisitos detallados de usuario se definen como **HLR** (High-Level Requirements; en castellano: Requisitos de Alto Nivel).
- *Requisitos Detallados de Usuario* significa que desde un Requisitos de Alto Nivel expresado por el Cliente incluyendo algunos aspectos relacionados, el desarrollo de una específica función, todos los posibles requisitos nucleares deberían derivarse. En las siguientes secciones de este documento, los Requisitos Detallados de Usuario se llaman **RHLR** (Refined HLR; en castellano: Requisitos de Alto Nivel Redefinidos). La lista de RHLR

representa un pre-análisis, para volver a usarlos después para escribir la Especificación de Requisitos Software (SRS - Software Requirements Specifications).

- *Tarea* significa la actividad concreta derivada de la formulación de los requisitos detallados. Para cada requisito detallado, se deben insertar en el diagrama Gantt del proyecto un número de actividades a realizar, que pueden haber sido ya señaladas en la fase de Planificación, como una entrada para crear el Gantt.

La *complejidad* de una actividad (volviendo de nuevo a un requisito) quiere ser proporcional el tiempo requerido para realizar una actividad, de acuerdo a los rangos estadísticamente determinados desde el análisis de los datos históricos de la Empresa.

Por esta razón, para medir los PSU, es válida la siguiente serie de relaciones:

$$1 \text{ Req. de Usuario} \rightarrow x \text{ Req. Usuario Detallados} \rightarrow y \text{ tareas} (\rightarrow w \text{ sub-tareas}^{11}) \rightarrow z \text{ hombres/día}$$

y por lo tanto:

$$1 \text{ HLR} \rightarrow x \text{ RHLLR} \rightarrow y \text{ task} (\rightarrow w \text{ sub-tasks}) \rightarrow z \text{ h/d}$$

### 4.3 Regla de cálculo del tamaño

De forma general, es posible expresar el tamaño del proyecto basados en criterios funcionales de medición de la siguiente manera:

$$tamaño = \left[ \sum_i^n (entidad_i * nivel\_complejidad) \right] * factor\_ajuste$$

Considerando la tarea de clasificación introducida anteriormente y la aditividad de los NFR:

$$PSU = PSU_T * PSU_{QM}$$

en detalle:

$$PSU = \left[ \sum_i (tareas - t_{Hi} * w_i) + \sum_j (tareas - t_{Mj} * w_j) + \sum_k (tareas - t_{Lk} * w_k) \right] * (1 + p_{qm})$$

La primera parte de la fórmula ( $PSU_T$ ) expresa el tamaño de las tareas técnicas (T), mientras que la segunda ( $PSU_{QM}$ ) muestra el peso derivado de las tareas de Calidad (Q) y de Gestión (M) proporcionales al primer componente<sup>12</sup>. La complejidad de las tareas para la parte T ( $PSU_T$ ) se mide de acuerdo a la siguiente tabla:

COMPLEJIDAD DE LAS TAREAS	# SUB-TAREAS DERIVADAS	$W_i$
Alta	>5	$W_i$
Media	3-5	$W_j$
Baja	1-2	$W_k$

**Tab. 3** – Tabla de pesos para la medición de PSU

La complejidad de una tarea expresada a través del número de sub-tareas en las que deriva desde un replanteamiento más adecuado a lo largo del tiempo, verifica el valor MRE (Mean Relative

<sup>11</sup> Cada tarea puede ser refinada y dividida en una serie de tareas, detallando más la actividad de primer nivel (cfr. Sección 4.4)

<sup>12</sup> Ver la Sección 5.5 para tener ejemplos sobre la clasificación de las tareas M/Q/T

Error), para alinear la habilidad del Director de Proyectos en la mismo nivel de granularidad para producir una planificación del proyecto, como se presenta más abajo. Los pesos mostrados en la columna W, en un nivel de complejidad descendente, se derivan estadísticamente del análisis que se debería realizar al menos dos veces al año usando su propio PHD, además de los umbrales medidos para el Sistema de Gestión de la Calidad (QMS, Quality Management System) y del Modelo de Procesos de Negocios (BPM, Business Process Model).

Sobre el segundo componente,  $PSU_{QM}$ , el peso asignado para las actividades cualitativas y de gestión ( $P_M$ ), por ejemplo las tareas “Q” y “M” son típicamente proporcionales a las actividades T, para desarrollar y proporcionar el *factor de ajuste*.

Para mantener la proporcionalidad entre el esfuerzo, el tamaño y las distribuciones del esfuerzo decididas por el director del proyecto para el proyecto, también las tareas “Q” y “M” se deberían siempre pesar de acuerdo a la Tabla 3, devolviendo un valor de  $PSU_{QM}$ .

Pero podrá ser comparado con su valor mediana extraída de la Base de datos Histórica de Proyectos de la organización. En el caso de que el valor de  $PSU_{QM}$  sea más bajo que su mediana histórica para el conjunto deseado de proyectos, se debería decidir si añadir otras tareas “Q/M”, ya que las tareas “técnicas” parecerían estar sobre balanceadas respecto a las tareas de soporte y organizacionales. En base a la información anterior, el director del proyecto decidirá cual será la lista final de tareas para el proyecto WBS, determinando el valor final de PSU.

El valor mediano al que nos hemos referido anteriormente, derivada de los datos históricos como el porcentaje de tareas “Q” y “M” sobre la cantidad total del esfuerzo del proyecto actual y actualizada dos veces al año, aporta información sobre el porcentaje a asignar de acuerdo a los rangos de  $PSU_T$ :

$PSU_T$	$P_{QM} (%)$
1er rango (p.ej. 1-20)	$P_{QM1}$
2º rango(p.ej. 21-40)	$P_{QM2}$
3º rango (p.ej. 41-60)	$P_{QM3}$
4º rango(p.ej. más de 60)	$P_{QM4}$

Tab. 4 –  $PSU_{QM}$  : balance vs  $PSU_T$

## 4.4 La actividad del conteo – nivel de granularidad

El *estilo* que se usa para detallar las tareas de un proyecto en un diagrama Gantt representa un factor crítico para una adecuada medición del proyecto. Para cada tarea insertada en el diagrama Gantt, la unidad de tiempo mínima (*estándar*) es 5 hombres/día, para permitir un mejor control sobre las actividades del proyecto, tal y como sugieren las mejores prácticas de Gestión de Proyectos. Considerando los valores de ejemplo en la Tabla 5<sup>13</sup>:

COMPLEJIDAD DE LA TAREA	# SUB-TAREAS DERIVADAS	UMBRAL EN H/D	$W_i$
Alta	>5	>25 m/d	1.8
Media	3-5	11-25 m/d	1.4
Baja	1-2	5-10 m/d	1.0

Tab. 5 – Tablas de pesos para medición de  $PSU_T$  (ejemplo)

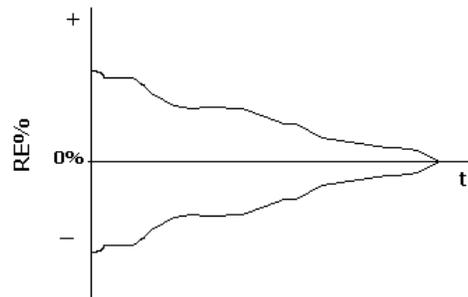
Si se considera que se realiza una tarea en 15 días, distinguiendo 3 sub-tareas, el número de  $PSU_T$  a medir será el de 1.4 (de peso) para una tarea de complejidad media (es decir, yendo de 3 a 5 sub-tareas), para un total de  $1.4 \times 1 = 1.4$   $PSU_T$  para esa tarea. Y así actuaríamos para el resto.

<sup>13</sup> Ver a la sección 5 para personalizar los elementos de la técnica en las distintas organizaciones, el número de bandas de complejidad al sistema de pesaje.

La granularidad (y el número de PSU) está estrictamente relacionado a la correcta determinación de tareas a realizar, por ejemplo, el número actual de “funciones” que el proyecto debe desarrollar. Análogamente, también con FPA si hay un bajo nivel de detalle en EI, EO, EQ, ILF y EIF, el número final de Puntos de Función será más bajo.

El creciente nivel de detalle de tareas en contra a lo dado en un primer nivel de actividad (ejemplo: una tarea de 15 días puede dividirse en dos sub-tareas de duración de 2 h/d) tiene un mayor impacto cualitativo en el riesgo potencial relacionado con la conclusión de la actividad en el tiempo estimado., en función del control desempeñada. A mayor control sobre las actividades y su frecuencia en una actividad dada, menor es la probabilidad de un porcentaje de MRE mayor o de una frecuencia de replanteamiento. Este detalle puede también representar una manera de comunicarse con los Clientes, además del Equipo de Proyecto, sobre el nivel de atención en la planificación de “su” proyecto.

Una primera crítica podría ser que diferentes formas de crear una Estructura de WBS sobre el mismo proyecto podrían derivar en diferentes resultados, con los problemas posteriores en la estimación desde esos datos históricos. Podría ser correcto, pero a corto plazo. De hecho, PSU **no es tan sólo** una técnica para asociar un tamaño al esfuerzo estimado del proyecto, **si no que es** una manera – a través de aplicaciones consistentes en una empresa- de armonizar y estandarizar el nivel de granularidad adoptado por los Directores de Proyectos en gestionar sus proyectos. La siguiente figura muestra la tendencia de este fenómeno, que a plazo medio será “absorbido” si es gestionado apropiadamente y seguido de la adopción de PSU.



**Fig. 8** – Tendencia esperada del porcentaje ER (Error Relativo)

Una estrategia sugerida para alcanzar esta meta (minimizar el porcentaje de ER – Error Relativo) y hacer más homogéneo entre los Directores de Proyectos de una empresa, la forma de crear un WBS en el mismo nivel de granularidad como se muestra a continuación:

- Escribir una primera versión de la WBS del proyecto
- Clasificar las tareas según el tipo (M/Q/T)
- Determinar la naturaleza de cada tarea (Funcional/No Funcional)
- Asociar cada tarea con su correspondiente fase del Ciclo de Vida del Software (CVS)
- Estimar el esfuerzo para cada tarea
- Clasificar las tareas de forma descendente según el trabajo-esfuerzo (y por lo tanto, según la complejidad de la tarea (Alto/Medio/Bajo)

En este momento, tendrá tres grupos de tareas y su objetivo será minimizar (si es posible borrar) el número de tareas de complejidad Alta (aquellas con un esfuerzo relativo mayor de 25 h/d) y quedarse con una lista final que contenga solo las tareas de complejidad Baja y Media (eso podría significar que su estilo al crear la WBS es bastante granular, reduciendo la posibilidad de tener alta variabilidad en el MRE% de sus proyectos).

La siguiente pregunta es: ¿cómo puedo hacerlo? Supongamos tener una sola tarea para la “Gestión del Proyecto” de 40 h/d a lo largo de un proyecto de 320 h/d. Probablemente habrá

varias sub-actividades realmente desarrolladas o unos hitos considerados dentro de la barra dibujada de 40 h/d dentro del diagrama de Gantt. Y aquellas micro-actividades deberían ser consideradas. De nuevo, para una actividad genérica de “Test Management” planeada para 35 h/d, un posible criterio para separarla en más sub-tareas (y por lo tanto reducir la complejidad) podría ser una separación por niveles de pruebas, por sub-sistemas probados, etc.

Aquí en la siguiente tabla, se muestran algunas posibles sugerencias, según el tipo de tarea considerada en cada caso.

Tarea inicial	Criterio para separar las tareas iniciales
Gestión del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante “Planificación” y “Monitorización &amp; Control”</li> </ul>
Gestión de las Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante nivel de pruebas (unidad, integración, sistema,...)</li> <li>• Mediante sub-sistemas</li> <li>• Mediante grupos de pruebas</li> <li>• Pre-Post entrega</li> <li>...</li> </ul>
Codificación / Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante módulos</li> <li>• Mediante lenguajes de programación (si se usan más de uno)</li> <li>• Mediante grupos de trabajo( si hay más de uno)</li> <li>...</li> </ul>
...	...

## 4.5 Sistema de pesos

Como se muestra en las fórmulas de más arriba, la complejidad de las tareas y la contribución del esfuerzo proporcionada por los tipos de tareas Q/M/T se expresa a través de un sistema de pesos. Esto permite obtener un resultado final en términos numéricos de unidades de medida de tamaño más y más cercanas a la complejidad real de proyecto, adoptando una mayor relevancia cuando nos referimos a la comparación de datos a lo largo del tiempo.

Cada vez que se referencia un análisis histórico de datos con fines estadísticos, debe estar planeado como comienzo de solo los 6 meses siguientes a la recolección de datos. De hecho, en el primer periodo, los valores para estos parámetros son necesariamente estimados según la base de la experiencia, ya que no hay series históricas previas disponibles, tan y como se indica en el PMBOK2008 (proceso 6.4. – *Estimación de la Duración de las Actividades*) [PMI08]. La revisión de los pesos debe realizarse periódicamente, además de una posible modificación del número de niveles de complejidad determinados (tanto para  $PSU_T$  como para  $PSU_{QM}$ ).

Esta constante actualización del sistema de pesos para una implementación en PSU implica que PSU puede ser aplicado solo para un benchmarking interno usando un único sistema de pesos que una cierta compañía obtiene de su propia información histórica sobre esfuerzo y tamaño del proyecto. Se debe subrayar que es una característica (no una necesariamente una limitación) de la técnica.

**Nota:** los rangos de pesos y de esfuerzo presentados en las siguientes secciones del Capítulo 4 son simplemente unos valores de ejemplo que permiten mostrar algunos ejemplos de cálculo. Ver el Capítulo 5 sobre como establecer y ajustar tales valores para su Organización, comenzando desde sus propios datos de proyecto.

## 4.6 Procedimiento de medición para el cálculo de PSU

Después de proporcionar todos los supuestos, motivaciones y elementos para medir los PSU de un proyecto, esta sección resume todos los pasos a realizar para determinar el número de PSU. Todos los pasos, sin contar el paso 2 (la reunión del *brainstorming*) podrán ser desarrolladas por el Estimador (típicamente el Director del Proyecto).

P	SP	Descripción	Entrada	Salida
1		<b>Colección de documentos e información disponible del proyecto</b>	<b>Requisitos Iniciales de Usuario</b>	<b>Recogidos todos los documentos necesarios</b>
2		<b>Sesiones de tormenta de ideas con adecuados recursos del equipo de trabajo, incluyendo los posibles grupos afectados interesados;</b> en detalle;	<b>Todos los documentos necesarios recogidos</b>	<b>Supuestos cuantitativos formulados</b>
	a	Proveer de una lista de requisitos de alto nivel, proporcionada por el Cliente u obtenida a través de los documentos mencionados en el paso 1	<i>Documentos de la fase de Oferta</i>	<i>Lista de los HLR</i>
	b	Proveer del número de actividades requeridas para cada requisito detallado mencionado en el paso 2a	<i>Lista de los RHLR</i>	<i>Lista de los RHLR</i>
	c	Determinar el número de actividades requeridas para cada requisito detallado y mencionado en el paso 2b	<i>Lista de los RHLR</i>	<i># tareas por cada RHLR</i>
	d	Asignar es esfuerzo estimado para cada tarea identificada en el paso 2c en hombres/día y clasificarla por su naturaleza (M/Q/T), tipo (Funcional/No Funcional) y fase del CVS	<i># actividades para cada RHLR</i>	<i>Esfuerzo (h/d) para cada actividad detectada, clasificada según su naturaleza, tipo y fase del CVS</i>
	e	Formalización de los supuestos en la hoja de "Supuestos"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lista de HLR</i></li> <li>• <i>Lista de RHLR</i></li> <li>• <i>Número de tareas</i></li> <li>• <i>Esfuerzo para cada tarea</i></li> </ul>	<i>Hoja de "Supuestos" rellena</i>
	f	Cierre de la reunión	<i>Todas las salidas previas</i>	<i>Supuestos cuantitativos formulados</i>
3		<b>Cálculo de los PSU</b>	<b>Supuestos cuantitativos formulados</b>	<b>#PSU</b>
	a	Obtener complejidad de las tareas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lista de RHLR</i></li> <li>• <i>Número de tareas</i></li> <li>• <i>Esfuerzo de cada tarea</i></li> </ul>	<i>Nivel de complejidad de cada tarea</i>
	b	Minimización (cuando sea posible) de las tareas de nivel Alto de complejidad (refinamiento 4.4)	<i>Nivel de complejidad para cada tarea</i>	<i>Nivel de complejidad para cada tarea (refinado)</i>
	c	Cálculo de $PSU_{QM}$ para cada nivel de complejidad	<i>Nivel de complejidad para cada tarea (refinado)</i>	<i>#<math>PSU_T</math> por nivel de complejidad</i>
	d	Calculo de $PSU_{QM}$ para cada nivel de complejidad	<i>Nivel de complejidad para cada tarea</i>	<i>#<math>PSU_{QM}</math> para cada nivel de complejidad</i>
	e	Comprobar $PSU_{QM}$ y % del Esfuerzo (QM) contra el porcentaje medio histórico a aplicar de la PHD para el conjunto de proyectos cercano al que estamos estimando. Si se necesita una revisión de la WBS, volver al paso 2c.	<i>#<math>PSU_{QM}</math>, %<math>P_{QM}</math> a aplicar; % esfuerzo (QM)</i>	<i>#<math>PSU_{QM}</math> final; Esfuerzo final de tareas (QM)</i>
	f	Resumir los $PSU_T$ y $PSU_{QM}$	<i>#<math>PSU_T</math>, #<math>PSU_{QM}</math></i>	<i># total de PSU</i>

## 4.7 Un ejemplo de medición

Se presenta ahora un ejemplo de medición, con comentarios detallados paso a paso, de acuerdo al procedimiento de medición.

<b>1</b>	<b>Colección de documentos e información disponible del proyecto</b>
----------	--

La documentación y la información de la fase de Oferta, después de ganarla, se juntan y se usan.

<b>2</b>	<b>Sesiones de tormenta de ideas con adecuados recursos del equipo de trabajo, incluyendo los posibles grupos afectados interesados; en detalle:</b>
----------	--

a	Proveer de una lista de requisitos de alto nivel, proporcionada por el Cliente u obtenida a través de los documentos mencionados en el paso 1
---	---

Se obtienen 4 HLR por documento disponible.

b	Proveer del número de actividades requeridas para cada requisito detallado mencionado en el paso 2a
---	---

Durante las sesiones de tormenta de ideas, se analizan los 4 HRL (uno más, el quinto, se obtiene del análisis, para la Planificación & Control) y se detallan en 12 RHRL, tal y como se muestra a continuación:

HLR	RHRL
HLR#01	RHRL#01
	RHRL#02
HLR#02	RHRL#03
	RHRL#04
	RHRL#05
HLR#03	RHRL#06
	RHRL#07
	RHRL#08
HLR#04	RHRL#09
	RHRL#10
HLR#05	RHRL#11
	RHRL#12

c	Determinar el número de actividades requeridas para cada requisito detallado y mencionado en el paso 2b
---	---

Los pormenores del número de actividades detalladas requeridas/adequadas para cada RHRL se añaden a la tabla anterior:

HLR	RHRL	Tareas
HLR#01	RHRL#01	A#01
		A#02
	RHRL#02	A#03
		A#04
		A#05
HLR#02	RHRL#03	A#06
	RHRL#04	A#07
		A#08
		A#09
	RHRL#05	A#10
HLR#03	RHRL#06	A#11

	RHLR#07	A#12
		A#13
		A#14
	RHLR#08	A#15
		A#16
		A#17
HLR#04	RHLR#09	A#18
	RHLR#10	A#19
		A#20
		A#21
		A#22
		A#23
HLR#05	RHLR#11	A#24
		A#25
		A#26
		A#27
		A#28
	RHLR#12	A#29
		A#30
		A#31
		A#32
		A#33
		A#34
		A#35
		A#36
		A#37

d	Asignar es esfuerzo estimado para cada tarea identificada en el paso 2c en hombres/día y clasificarla por su naturaleza (M/Q/T), tipo (Funcional/No Funcional) y fase del CVS
---	---

Para cada actividad (A) a insertar en el diagrama de Gantt detallado, se debe estimar un valor en hombres/día, de acuerdo a la clasificación de tareas en M/Q/T, según su tipo (Funcional / No funcional) y relacionado con la fase del CVS (de acuerdo con la fase de CVS utilizada en los procesos del QMS).

#HLR	RHLR	Tareas	H/d	Tipo	F/NF	CVS
HLR#01	RHRL#01	A#01	5	M	NF	Planificación
		A#02	2	M	NF	Planificación
	RHRL#02	A#03	7	M	NF	Control
		A#04	5	Q	NF	Control
		A#05	5	Q	NF	Control
HLR#02	RHLR#03	A#06	11.5	T	F	Análisis/Diseño
	RHLR#04	A#07	30	T	F	Construcción
		A#08	15	T	F	Construcción
	RHLR#05	A#09	21.5	T	F	Prueba
		A#10	15	T	NF	Entrega
HLR#03	RHLR#06	A#11	2	T	NF	Análisis /Diseño
	RHLR#07	A#12	13	T	F	Construcción
		A#13	12	T	F	Construcción
		A#14	10	T	F	Construcción
	RHLR#08	A#15	7	T	F	Prueba
		A#16	24	T	NF	Entrega
		A#17	17.5	T	NF	Entrega
		A#18	7.5	T	NF	Entrega
HLR#04	RHLR#09	A#19	20	T	F	Cambio Req

	RHLR#10	A#20	8	T	F	Construcción
		A#21	2	T	F	Construcción
		A#22	2	T	F	Construcción
		A#23	5	T	NF	Prueba
		A#24	4	T	NF	Entrega
		A#25	4	T	NF	Entrega
HLR#05	RHLR#11	A#26	15	T	NF	Problem Req
		A#27	6	T	NF	Problem Req
		A#28	2	T	NF	Problem Req
		A#29	2	T	F	Problem Req
		A#30	2	T	NF	Problem Req
		A#31	1.5	T	NF	Problem Req
	RHLR#12	A#32	5.5	T	NF	Construcción
		A#33	3	T	F	Construcción
		A#34	4	T	NF	Prueba
		A#35	11	T	NF	Entrega
		A#36	2.5	T	NF	Entrega
		A#37	2	T	NF	Entrega

**311.50**

Se estima un esfuerzo total de **311.50** h/d para **32** actividades técnicas (tareas T) y **5** actividades cualitativas y gestionales sobre un total de **37**, de acuerdo a la clasificación de tareas en M/Q/T.

e	Formalización de los supuestos en la hoja de "Supuestos"
---	--

Toda la información proporcionada como ejemplo, debería insertarse en una hoja entre los supuestos considerados para el proyecto.

f	Cierre de la reunión
---	----------------------

Se cerrará la reunión de manera temporal, formalizando todas las decisiones y contribuciones de los grupos afectados, relacionadas con los requisitos envueltos por el proyecto.

<b>3</b>	<b>Cálculo de los PSU</b>
a	Obtener complejidad de las tareas

Aquí el Director del Proyecto, teniendo un pre-análisis del proyecto actual, asociará la complejidad a cada tarea de acuerdo a los umbrales de tiempos y pesos especificados en la Sección 4.4. De la anterior tabla se obtiene lo siguiente:

#HLR	RHLR	Tareas	H/d	Tipo	F/NF	CVS	Compl
HLR#01	RHRL#01	A#01	5	M	NF	Planificación	B
		A#02	2	M	NF	Planificación	B
	RHRL#02	A#03	7	M	NF	Control	B
		A#04	5	Q	NF	Control	B
		A#05	5	Q	NF	Control	B
HLR#02	RHLR#03	A#06	11.5	T	F	Análisis /Diseño	M
	RHLR#04	A#07	30	T	F	Construcción	A
		A#08	15	T	F	Construcción	M
	RHLR#05	A#09	21.5	T	F	Prueba	M
		A#10	15	T	NF	Entrega	M
HLR#03	RHLR#06	A#11	2	T	NF	Análisis /Diseño	B
	RHLR#07	A#12	13	T	F	Construcción	M
		A#13	12	T	F	Construcción	M
		A#14	10	T	F	Construcción	B
	RHLR#08	A#15	7	T	F	Prueba	B

HLR#04	RHLR#09	A#16	24	T	NF	Entrega	M
		A#17	17.5	T	NF	Entrega	M
		A#18	7.5	T	NF	Entrega	B
	RHLR#10	A#19	20	T	F	Cambio Req	M
		A#20	8	T	F	Construcción	B
		A#21	2	T	F	Construcción	B
		A#22	2	T	F	Construcción	B
		A#23	5	T	NF	Prueba	B
		A#24	4	T	NF	Entrega	B
A#25		4	T	NF	Entrega	B	
HLR#05	RHLR#11	A#26	15	T	NF	Problem Req	M
		A#27	6	T	NF	Problem Req	B
		A#28	2	T	NF	Problem Req	B
		A#29	2	T	F	Problem Req	B
		A#30	2	T	NF	Problem Req	B
		A#31	1.5	T	NF	Problem Req	B
	RHLR#12	A#32	5.5	T	NF	Construcción	B
		A#33	3	T	F	Construcción	B
		A#34	4	T	NF	Prueba	B
		A#35	11	T	NF	Entrega	M
		A#36	2.5	T	NF	Entrega	B
A#37	2	T	NF	Entrega	B		

**311.50**

Obtendremos por lo tanto la siguiente distribución de complejidad:

COMPLEJIDAD DE LA TAREA	#T-TAREAS	#O-TAREAS	#O-TAREAS
Alta	1	0	0
Media	11	0	0
Baja	20	2	3
	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

b	Minimización de las tareas de nivel Alto de complejidad
---	---

Suponiendo la clasificación previa de WBS, sólo hay una tarea de nivel de complejidad alto (A#07). En este caso el Director del Proyecto decide mantener la tarea completa sin descomponerla.

c	Cálculo de los $PSU_T$ para cada nivel de complejidad
---	---

Supongamos los siguientes pesos:

COMPLEJIDAD DE LA TAREA	$W_i$
Alta	1.8
Media	1.4
Baja	1.0

Se obtendrían los siguientes resultados por las tareas de tipo T:

COMPLEJIDAD DE LA TAREA	# TAREAS	$W_i$	$PSU_T$
Alta	1	1.8	<b>1.8</b>
Media	11	1.4	<b>15.4</b>
Baja	20	1.0	<b>20.0</b>
			<b>37.2</b>

d	Calculo de $PSU_{QM}$ para cada nivel de complejidad
---	--

Suponiendo los mismos pesos, se obtienen los siguientes resultados para tareas QM:

COMPLEJIDAD DE LA TAREA	# TAREAS	$W_i$	PSU <sub>QM</sub>
Alta	0	1.8	0.0
Media	0	1.4	0.0
Baja	5	1.0	5.0
			<b>5.0</b>

e	Comprobar PSU <sub>QM</sub> y % del Esfuerzo (QM) contra el porcentaje medio histórico a aplicar de la PHD para el conjunto de proyectos cercano al que estamos estimando. Si se necesita una revisión de la WBS, volver al paso 2c.
---	--

Suponiendo que se derivan los siguientes valores medios de proporcionalidad PQM entre el tamaño de T/QM de una base de datos histórica de proyectos interna (PHD):

PSU <sub>T</sub>	P <sub>QM</sub> (%)
1-20	<b>10%</b>
21-40	12%
41-60	15%
61+	18%

Sabiendo que disponemos de **37.2** PSU<sub>T</sub>, el porcentaje a aplicar debería ser aproximadamente cerca al **12%**: mirando a los dos valores PSU obtenidos:

	PSU - Abs	PSU - %
PSU <sub>T</sub>	37.2	88.15
PSU <sub>QM</sub>	5.0	11.85
	<b>42.2</b>	<b>100.00</b>

El tamaño para las tareas Q/M parece estar en la línea de la mediana de valores históricos sacada de la Base de datos Histórica de Proyectos interna (PHD).

f	Resumir los PSU <sub>T</sub> y PSU <sub>QM</sub>
---	--

La última operación es determinar el valor final de PSU para el proyecto, sumando las dos cantidades de PSU después de evaluar si las actividades Q/M son adecuadas (en esfuerzo y tamaño) para una gestión de proyectos adecuada.

Se obtienen los siguientes resultados:

$$PSU = PSU_T + PSU_{QM} = 37.2 + 5.0 = 42.2$$

y redondeando el valor obtenido a la unidad, **42 PSU**.

Dentro del PHD estará disponible una serie de **información adicional** para ser almacenada y para ser usada con propósitos de estimación. En particular nos referimos a:

- Clasificación de la tareas por # de tareas / esfuerzo

Clasificación de tareas	No. Tareas		Esfuerzo (m/d)	
	Abs	%	Abs	%
M- Management (Gestión)	3	8.11	14.00	4.49
Q – Quality (Calidad)	2	5.41	10.00	3.21
T- Technical (Técnicas)	32	86.49	287.50	92.30
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>311.50</b>	<b>100.00</b>

- Requisitos Funcionales / No Funcionales

Tipo de Requisito	No.Tareas		Esfuerzo (m/d)	
	Abs	%	Abs	%
F – Funcional	14	37.84	157.0	50.40
NF- No-funcional	23	62.16	154.5	49.60
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>311.50</b>	<b>100.00</b>

- Clasificación de las tareas por su complejidad

Complejidad	No. Tareas (todas)		No. tareas-T	No. tareas-QM
	Abs	%	Abs	Abs
A- Alta	1	2.70	1	0
M – Media	11	29.73	11	0
B – Baja	25	67.57	20	5
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>32</b>	<b>5</b>

- Clasificación de las tareas por fase del CVS

Fase del CVS	No. Tareas		Esfuerzo	
	Abs	%	Abs	%
Planificación	2	5.41	7.00	2.25
Control	3	8.11	17.00	5.46
Análisis y Diseño	2	5.41	13.50	4.33
Construcción	10	27.03	100.50	32.26
Prueba	4	10.81	37.50	12.04
Entrega	9	24.32	87.50	28.09
Informes de problemas	6	16.22	28.50	9.15
Cambio Requisitos	1	2.70	20.00	6.42
	<b>37</b>	<b>100.00</b>	<b>311.50</b>	<b>100.00</b>

- Clasificación del Esfuerzo por la naturaleza de las tareas (M/Q/T) / fase del CVS

	Esfuerzo			
	M	Q	T	
Abs	14.00	10.00	287.50	<b>311.50</b>
%	<b>4.49</b>	<b>3.21</b>	<b>92.30</b>	<b>100.00</b>

## 4.8 Seguimiento y Cálculo de PSU

Cómo se indica en la Figura 1, la medición del tamaño debería calcularse en diversos momentos durante el Ciclo de Vida del Proyecto:

- En la fase de la **Oferta**
- Al final de la fase de **Diseño** y finalmente,
- Cuando el proyecto ha sido **cerrado**

Por tanto, PSU se puede usar como otra medida de tamaño de proyecto para su seguimiento (en estilo *earned value*) y puede ser parte de medidas obtenidas (métricas) como – por ejemplo - defectos de densidad, productividad [BUGL10], etc.

## 4.9 Usando PSU con Proyectos Ágiles

Tal y como se introdujo en la Sección 2.4 los Proyectos ágiles suelen adoptar un proceso de estimación iterativo, pero que típicamente está basado en la experiencia y analogía, sin ninguna unidad cualitativa estándar (referirse a [BUGL07b] para un análisis detallado de los principales métodos adoptados). Esto implica que cada proyecto nuevo debe estimarse de nuevo por experiencia-analogía y no por modelos paramétricos, dato que una serie de datos históricos expresando (al menos) el tamaño del proyecto y el esfuerzo nunca serían juntados, perdiendo valores del tamaño.

PSU puede representar una posible unidad de medida a ser adoptada en ambos casos, en el nivel del proyecto y a nivel de requisitos [BUGL07a]. De hecho, la unidad a estimar es el requisito, observado típicamente desde el punto de vista funcional por el usuario final (el Cliente). En XP cada requisito proporcionado por el Cliente se llama Historia de Usuario (US- User Story). La Figura 9 muestra un conocido ejemplo sobre la automatización de una cafetera <sup>14</sup>.

<b>Title:</b> <i>Waiting State</i>		
<b>AccTest:</b> <i>checkOptions0</i>	<b>Priority:</b> 1	<b>Story Points:</b> 2
When the Coffee Maker is not in use it waits for user input. There are six different options of user input: 1) add recipe, 2) delete a recipe, 3) edit a recipe, 4) add inventory, 5) check inventory, and 6) purchase beverage		

**Fig. 9** – *User Story: un ejemplo (Coffee Maker)*

Como se muestra, solamente el lado funcional de esta Historia de Usuario (User Story- US) representa la base para estimar el esfuerzo complejo del trabajo (y costes) necesarios, aproximados en sus Puntos de Historia (Story Points).

Considerando la ISO/IEC 14143-1 requisito de taxonomía ya introducido previamente, es posible relanzar la estructura original de US en una nueva, llamada US<sup>2</sup> (Historia de Usuario de 2ª generación), donde cada requisito de usuario funcional inicial puede completarse con su lado no funcional, expresando sus partes derivadas Q/T (donde existan o tengan un sentido técnico para ser gestionadas en el proyecto), típicamente introducidas por el Proveedor durante la fase de obtención de requisitos. El Proveedor tiene que detallar también como cada requisito F/Q/T será traducido a tareas, creando un primer boceto de una WBS, resumiendo la salida de esta actividad requisito a requisito. Habrá una realimentación iterativa entre el Cliente y el Proveedor hasta que se alcance un acuerdo.

Otra adición es añadir explícitamente a la plantilla de la Historia de Usuario (User Story-US) la unidad de gestión y el esfuerzo estimado de la US, ayudando para también una evaluación externa y comparabilidad fuera del equipo original del proyecto.

<sup>14</sup> URL: [http://agile.csc.ncsu.edu/SEMaterials/tutorials/coffee\\_maker/](http://agile.csc.ncsu.edu/SEMaterials/tutorials/coffee_maker/)

<b>Title:</b> <i>Waiting State</i>			
<b>AccTest:</b> <i>checkOptions0</i>	<b>Priority:</b> 1	<b>(MeasUnit):</b>	<b>Effort (m/d):</b>
<b>F</b>	When the Coffee Maker is not in use it waits for user input. There are six different options of user input: 1) add recipe, 2) delete a recipe, 3) edit a recipe, 4) add inventory, 5) check inventory, and 6) purchase beverage		
<b>Q</b>			
<b>T</b>			

**Fig. 10** – *US<sup>2</sup>: cambios principales respecto las US tradicionales (en azul)*

Aparentemente no es un gran cambio, pero la formalización escrita de requisitos, uno por uno, incluyendo también aquellos que el Cliente pueda pensar que están escondido (que normalmente es la parte Q/T) y haciendo también un borrador de las tareas, es un buen avance para reducir discusiones en un posible futuro sobre la conveniencia de la estimación.

Además los pasos a dar serían:

1. El cliente propone un US<sup>2</sup> (lado F) y se lo pasa al Proveedor
2. El Proveedor complementa el US<sup>2</sup> derivando el lado Q/T (cuando sea posible y tenga sentido en el contexto del proyecto) y se lo envía de nuevo al Cliente.
3. El Cliente evalúa la propuesta; si es correcta<sup>15</sup>, sigue con el paso 4, en otro caso vuelve de nuevo al paso 2 con comentarios y sugerencias.
4. El Proveedor traduce las partes F/Q/T en tareas con una estimación de esfuerzo en h/d (hombres/día), discutiéndolas con el Cliente, hasta que llegan a un acuerdo. En este momento, se produce el boceto de la WBS –dada por el resumen de la WBS parcial, US2 a US<sup>2</sup>- , donde se debe añadir algunas tareas adicionales para cada iteración (por ejemplo: Sprint, en el lenguaje Scrum) referidas a las tareas de organización y soporte (lo que en PSU son tareas de tipo Q/M), si no fueron consideradas todavía en la US<sup>2</sup>.

Por lo tanto, ¿qué tiene que ver PSU con esta discusión? Sería posible adoptar simplemente este refinamiento sin introducir una unidad de medida, pero no sería posible de nuevo saber cuál es el tamaño de ciertos requisitos y lo que es más, del proyecto ágil en sí mismo.

De no ser así, los pasos adicionales a llevar a cabo serían:

1. Calcular PSU por cada US<sup>2</sup> con la fórmula que se ilustra más arriba e insertar valores de tamaño y esfuerzo en la plantilla de US<sup>2</sup>.
2. Asignar todos los US<sup>2</sup> por iteración del proyecto
3. Añadir las tareas Q/M necesarias para cada iteración y calcular el PSUQM adicional.
4. Sumar el tamaño de todas las US<sup>2</sup> asignado a una iteración y el PSUQM adicional para obtener el tamaño de la iteración (y el esfuerzo).
5. Suma total el tamaño de cada iteración para obtener el tamaño del proyecto (y el esfuerzo)

<sup>15</sup> Posibles criterios de evaluación podrían ser los propuestos por Mike Cohn, resumido en el acrónimo INVEST [COHN05].

## 4.10 Algunos casos de estudio

En la siguiente tabla se resumen los principales elementos de unos casos de estudio y aplicaciones de la técnica PSU.

<b>Ref</b>	<b>Descripción / Ámbito</b>	<b>n. proyectos</b>
[RUBI07]	Análisis uso PSU y COSMIC-FFP por estima del esfuerzo de proyecto	33
[FERN07]	Evaluación de la conversión entre IFPUG Function Point y PSU	33
[BUGL08b]	Análisis uso PSU, IFPUG e COSMIC-FFP por estima del esfuerzo de proyecto	33
[BUGL08c]	Uso de PSU por estima del numero de CFP, mirando a los NFR	5
[COND10]	Uso de PSU por estima del numero de CFP, mirando a los NFR	11

## 5 Estableciendo PSU en su Organización

Después de presentar los supuestos y mecanismos del cálculo de PSU en la sección 4, ahora es hora de discutir como establecer PSU en su Organización de forma adecuada, moviéndonos desde sus propios datos de proyectos, ya que PSU es una técnica abierta cuyo objetivo es permitir en un primer lugar una mejora interna para la medición y estimación de procesos antes que ser usada como benchmarks externos.

Hay tres elementos que necesitan ser establecidos:

El rango de esfuerzo desde el análisis de las tareas de la WBS.

Los pesos que expresen la complejidad de las tareas en estos rangos.

Los pesos que expresen la proporcionalidad media de tareas QM contra tareas T.

### 5.1 Rangos de esfuerzo de tareas

El primer elemento a establecer es el número de rangos de esfuerzo a tener en cuenta. Puede haber dos posibles criterios:

1. Un número fijo de niveles de complejidad pre-establecido (por ejemplo, tres: Alto, Medio, Bajo)
2. Derivado estadísticamente de un análisis de Pareto.

En ambos casos se deben analizar los ejemplos representativos de la WBS de proyectos pasados, teniendo cuidado en el ‘estilo del diagrama’ usando por los Directores de Proyecto para crear tal WBS y la típica longitud de grupos de tareas (por naturaleza, por las fases del CVS,...) Los rangos de ejemplo (A/M/B) usados para el cálculo de ejemplo en la sección 4 (Baja complejidad: 1-10 h/d; Complejidad Media: 11-24 h/d; Complejidad Alta: 25h/d o más) cae dentro de este criterio.

Mirando al segundo criterio, sería suficiente para analizar estadísticamente esos datos con el análisis de Pareto para derivar los rangos de distribución de h/d para tales proyectos.

En ambos casos debería haber una meta-regla para obtener un dibujo lo más representativo posible de los proyectos. Puede que no sea útil elegir usar tres rangos solo porque es un nivel de granularidad aplicado ampliamente en el análisis estadístico. Como ya se dijo antes, PSU es una técnica abierta, principalmente dedicada a proporcionar ayuda a mejoras internas.

Sobre las frecuencias para actualizar tales rangos, este elemento, de forma diferente a la complejidad de los pesos, debe de ser más estable a lo largo del tiempo, siguiendo una estrategia de “ser” desde el actual estilo los Directores de proyectos de la Organización creen su propia WBS. De hecho, un prerrequisito para rentabilizar el uso de PSU es tener datos de entrada homogéneos (WBS) tanto como sea posible hacia una tendencia como la mostrada en la Figura 8 sobre los rangos esperados para la estimación de errores. Esta frecuencia podría ser – por ejemplo- una vez al año, pero se debe calibrar de acuerdo al número de proyectos gestionados de media por Director de Proyecto durante un cierto periodo: a mayor valor, mayor frecuencia para la re-evaluación de los rangos de esfuerzos de pasadas WBS.

La siguiente tabla muestra un ejemplo con 5 posibles revisiones en una Organización desde el comienzo ( $T^1$ ), hasta la madurez ( $T^5$ ).

Rangos de esfuerzo (h/d)	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$
<b>Alto</b>	51+	...	25+	...	11+
<b>Medio</b>	19-50	...	11-24	...	4-10
<b>Bajo</b>	1-18	...	1-10	...	1-3

Un elemento actual que se debe recordar es la estrategia de la ‘minimización’ para reducir todo lo que sea posible las tareas con alto nivel de complejidad (ver el Procedimiento de Cálculo de PSU, paso 3b); contribuirá en dos periodos en redefinir directamente los valores de rangos de la WBS, pero sólo si un Director de Proyecto considera útil tal redefinición durante la vida del proyecto, de otro modo la complejidad de las tareas permanecerán sin cambios.

Los pasos a llevar a cabo para obtener los rangos de esfuerzo (Análisis de Pareto<sup>16</sup>) son:

1. Recoger el esfuerzo de los proyectos por tarea, colocándolos en una hoja de cálculo, un proyecto por columna;
2. Ordenarlos en orden ascendente, del más bajo al más alto;
3. Encontrar los puntos acumulativos. Cada categoría de puntos acumulativos es el conteo para esa categoría añadida a los puntos de las más grandes categorías;
4. Crear un histograma con dos series de datos (puntos de datos, % del valor cumulativo de las frecuencias ordenadas);
5. Determinar los principales grupos (numerando un rango de esfuerzo) de esas series ordenadas.

Otra información ‘cualitativa’ a analizar desde los datos de los proyectos para establecer rangos adecuados son el máximo, la mediana, la media y el mínimo de:

- el esfuerzo (h/d)
- el esfuerzo/tarea

Se acompaña un ejemplo:

#Prj (n=11)	Esfuerzo (h/d)	Tarea s	Esfuerzo/tarea s	Max	Median	Avg	Min
P002	797	165	4.83	100	2.00	4.83	1.00
P005	743	158	4.70	100	2.00	4.70	1.00
P008	886	172	5.15	100	3.00	5.15	1.00
P014	810	156	5.19	100	3.00	5.19	1.00
P020	876	168	5.21	100	3.00	5.21	1.00
P021	723	144	5.02	100	2.00	5.02	1.00
P038	493	191	2.58	50	2.00	2.58	1.00
P039	950	359	2.65	150	2.00	2.65	1.00
P042	931	208	4.48	100	2.00	4.48	1.00
P043	898	206	4.36	100	2.00	4.36	1.00
P044	502	209	2.40	25	2.00	2.40	1.00

Con estos valores para los 11 proyectos:

	Esfuerzo	Esfuerzo/tareas
Max	150	5.21
Median	2.00	4.70
Average	4.03	4.23
Min	1	2.40

Esto pone en evidencia una WBS muy detallada pero con tareas de alto nivel de complejidad haciendo más altos los valores medios (para el esfuerzo absoluto y el esfuerzo/tarea).

Contando las frecuencias para los esfuerzos ordenados, obtenemos esta distribución (sólo se listan los valores no nulos):

<sup>16</sup> Esta posible usar la opción Histograma desde el add-in de MS-Excel ‘Analysis Tool Pak’.

m/d	Freq	Cum.Eff	%		m/d	Freq	Cum.Eff	%
1	428	428	20.04%		19	1	2062	96.54%
2	958	1386	64.89%		20	20	2082	97.47%
3	186	1572	73.60%		22	8	2090	97.85%
4	244	1816	85.02%		23	7	2097	98.17%
5	82	1898	88.86%		25	1	2098	98.22%
6	5	1903	89.09%		30	9	2107	98.64%
8	80	1983	92.84%		36	8	2115	99.02%
9	12	1995	93.40%		37	7	2122	99.34%
10	52	2047	95.83%		40	2	2124	99.44%
14	8	2055	96.21%		50	2	2126	99.53%
15	3	2058	96.35%		88	1	2127	99.58%
16	2	2060	96.44%		100	8	2135	99.95%
18	1	2061	96.49%		150	1	2136	100.00%

Y el siguiente histograma:

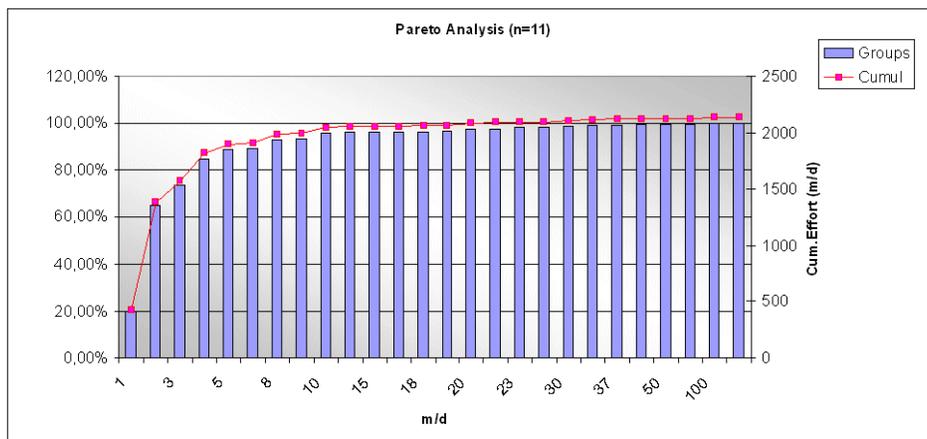


Fig. 11 –Análisis de Pareto (Histograma) con 11 proyectos

Desde lo que es posible derivar cuatro grupos (y rangos relativos):

Rango	Esf (Min)	Esf (Max)
Alto	20	+
Medio-Alto	8	19
Medio-Bajo	2	7
Bajo	0	1

Mientras que si un requisito es mantener los tres niveles típicos (A/M/B), podríamos obtener:

Rango	Esf (Min)	Esf (Max)
Alto	8	+
Medio	3	7
Bajo	0	2

## 5.2 Complejidad de los pesos

Después de determinar el número adecuado de rangos para clasificar la complejidad de las tareas, el siguiente paso es determinar el peso adecuado de dichos rangos. Esta operación tiene el objetivo de determinar periódicamente el mejor conjunto de pesos de las tareas permitiendo – en la actual PHD- estimar adecuadamente los siguientes proyectos. Suponemos que tenemos 11 proyectos con el siguiente detalle:

proyecto	PSU v1.2	Esfuerzo*	Esfuerzo	MRE	A	M	B
P001	342	1280	1236	-3.56%	3	7	327
P002	172	750	797	5.90%	5	7	153
P003	440	1680	1752	4.11%	4	8	422
P004	359	1648	1504	-9.57%	4	5	345
P005	163	900	743	-21.13%	4	5	149
P006	339	1459	1388	-5.12%	6	6	320
P007	212	980	1055	7.11%	4	8	194
P008	177	947	886	-6.88%	4	5	163
P009	276	1525	1308	-16.59%	6	7	255
P014	161	945	810	-16.67%	4	5	147
P015	266	1345	1200	-12.08%	5	6	249

Con las tareas clasificadas de acuerdo al conjunto inicial de valores de ejemplo.

Rango	Esf (Min)	Esf (Max)	Peso
Alto	25	+	1.8
Medio	11	24	1.4
Bajo	0	10	1.0

El criterio a seguir será la maximización de  $R^2$ , volver a calcularla en los proyectos de la PHD, los pesos se modificarán constantemente con incrementos. Este conjunto de valores se puede derivar también usando un análisis de regresión o creando manualmente una serie de datos con tales incrementos. Supongamos 30 triple de puntos para verificar, como en la siguiente tabla, si  $w(8)$  es el triple adoptado actualmente:

W	B	M	A	W	B	M	A
1	1,00	1,05	1,10	16	1,00	1,80	2,60
2	1,00	1,10	1,20	17	1,00	1,85	2,70
3	1,00	1,15	1,30	18	1,00	1,90	2,80
4	1,00	1,20	1,40	19	1,00	1,95	2,90
5	1,00	1,25	1,50	20	1,00	2,00	3,00
6	1,00	1,30	1,60	21	1,00	2,05	3,10
7	1,00	1,35	1,70	22	1,00	2,10	3,20
8	1,00	1,40	1,80	23	1,00	2,15	3,30
9	1,00	1,45	1,90	24	1,00	2,20	3,40
10	1,00	1,50	2,00	25	1,00	2,25	3,50
11	1,00	1,55	2,10	26	1,00	2,30	3,60
12	1,00	1,60	2,20	27	1,00	2,35	3,70
13	1,00	1,65	2,30	28	1,00	2,40	3,80
14	1,00	1,70	2,40	29	1,00	2,45	3,90
15	1,00	1,75	2,50	30	1,00	2,50	4,00

Los siguientes pasos serán volver a calcular PSU para cada proyecto de la lista de acuerdo a cada uno de los posibles triples y luego para cada combinación, volver a calcular el  $R^2$

obteniendo qué triple determinará el máximo de probabilidad previstas para los próximos proyectos.

En detalle:

	P001	P002	P003	P004	P005	P006	P007	P008	P009	P014	P015	R2
w1	338	166	435	355	159	333	207	173	269	157	261	0,9404
w2	338	167	436	355	160	334	208	174	270	158	262	0,9406
w3	339	168	436	356	160	335	209	174	271	158	263	0,9409
w4	340	168	437	357	161	336	210	175	272	159	264	0,9412
w5	340	169	438	357	162	337	210	176	273	160	264	0,9415
w6	341	170	439	358	162	338	211	176	274	160	265	0,9417
w7	342	171	440	359	163	339	212	177	275	161	266	0,9420
w8	<b>342</b>	<b>172</b>	<b>440</b>	<b>359</b>	<b>163</b>	<b>340</b>	<b>213</b>	<b>177</b>	<b>276</b>	<b>161</b>	<b>267</b>	<b>0,9423</b>
w9	343	173	441	360	164	340	214	178	277	162	268	0,9425
w10	344	174	442	361	165	341	214	179	278	163	268	0,9428
w11	344	174	443	361	165	342	215	179	279	163	269	0,9430
w12	345	175	444	362	166	343	216	180	280	164	270	0,9433
w13	345	176	444	362	167	344	217	181	281	165	271	0,9436
w14	346	177	445	363	167	345	218	181	282	165	272	0,9438
w15	347	178	446	364	168	346	218	182	283	166	272	0,9441
w16	347	179	447	364	169	347	219	183	284	167	273	0,9443
w17	348	179	448	365	169	348	220	183	285	167	274	0,9445
w18	349	180	448	366	170	349	221	184	285	168	275	0,9448
w19	349	181	449	366	171	349	222	185	286	169	276	0,9450
w20	350	182	450	367	171	350	222	185	287	169	276	0,9452
w21	351	183	451	368	172	351	223	186	288	170	277	0,9455
w22	351	184	452	368	173	352	224	187	289	171	278	0,9457
w23	352	185	452	369	173	353	225	187	290	171	279	0,9459
w24	353	185	453	370	174	354	226	188	291	172	280	0,9462
w25	353	186	454	370	175	355	226	189	292	173	280	0,9464
w26	354	187	455	371	175	356	227	189	293	173	281	0,9466
w27	355	188	456	372	176	357	228	190	294	174	282	0,9468
w28	355	189	456	372	176	358	229	190	295	174	283	0,9470
w29	356	190	457	373	177	358	230	191	296	175	284	0,9472
w30	357	191	458	374	165	344	210	179	279	163	269	0,9239

donde w(29) es el triple que permite obtener el R<sup>2</sup> más alto (0.9472), como también se puede ver en la siguiente figura:

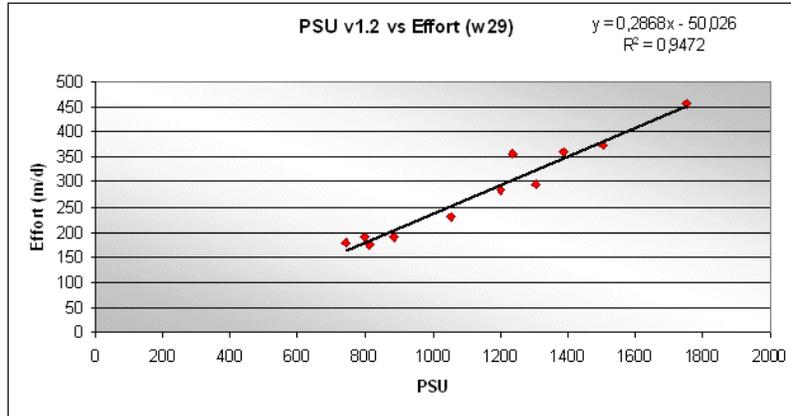


Fig. 12 – Evaluación con los nuevos pesos de tareas (w.29)

### 5.3 Tareas QM

El último tema trata de la re-evaluación periódica de la proporcionalidad entre tareas T y QM en los términos del esfuerzo y tamaño de proyectos. También en este caso, como en el anterior, se debe llevar a cabo un análisis de la PHD, tomando en consideración el esfuerzo completo y su distribución por tipos QM y T, en cada rango de PSU. Considerando los mismos 11 proyectos del ejemplo anterior y ordenándolos en orden creciente, es posible observar que por cada rango de PSU(t), moviéndose desde 112 a 312, los valores de la mediana y la media para el %PSU(qm) es bastante estable alrededor del 30%.

#	proyecto	PSU v1.2	PSU (t)	PSU (qm)	%PSU (t)	%PSU (qm)	Esfuerzo
1	P014	161	112	49	69.48%	30.52%	810
2	P005	163	120	43	73.53%	26.47%	743
3	P002	172	130	42	75.79%	24.21%	797
4	P008	177	116	61	65.46%	34.54%	886
5	P007	212	145	68	68.17%	31.83%	1055
6	P015	266	180	86	67.72%	32.28%	1200
7	P009	276	190	86	68.80%	31.20%	1308
8	P006	339	242	98	71.23%	28.77%	1388
9	P001	342	239	103	69.96%	30.04%	1236
10	P004	359	262	97	72.94%	27.06%	1504
11	P003	440	312	128	70.94%	29.06%	1752
	<b>Max</b>	<b>440</b>	<b>312</b>	<b>128</b>	<b>75.79%</b>	<b>34.54%</b>	<b>1752</b>
	<b>Median</b>	<b>266.40</b>	<b>180.40</b>	<b>86.00</b>	<b>69.96%</b>	<b>30.04%</b>	<b>1200.00</b>
	<b>Avg</b>	<b>264.44</b>	<b>186.22</b>	<b>78.22</b>	<b>70.36%</b>	<b>29.64%</b>	<b>1152.64</b>
	<b>Min</b>	<b>161</b>	<b>112</b>	<b>42</b>	<b>65,46%</b>	<b>24,21%</b>	<b>743</b>

Un primer nivel de observación de este reducido conjunto de datos podría ser que la tabla de proporcionalidad original (a la derecha), creada observando el proyectos con un tamaño menor en periodos pasados, podría redefinirse añadiendo más niveles e incrementando su tamaño.

PSU <sub>T</sub>	P <sub>QM</sub> (%)		PSU <sub>T</sub>	P <sub>QM</sub> (%)
1-20	10%		1-20	10%
21-40	12%		21-40	12%
41-60	15%	↻	41-60	15%
61+	18%		61-90	18%
			91-120	22%
			121-160	25%
			161+	30%

## 6 PSU y Estimación del Esfuerzo

La estimación del tiempo necesario para producir la salida para una cierta actividad o proyecto es de esta manera *función* de la unidad de medición elegida. Por lo tanto:

$$\text{Esfuerzo} = f(\text{tamaño})$$

La función  $f$  para transformar un número de tiempo (hombres/día) para el proyecto se deriva a través del álgebra (*análisis de regresión*). No hay un tipo preferido predefinido de ecuación de regresión, pero es preferible verificar algunas hipótesis con más de un modelo (ejemplo: lineal, exponencial, logarítmica,...) y ambas con una o más variables independientes (en primer lugar, será típicamente el tamaño, y en otro caso podría medirse más el número de defectos, el número de requisitos, etc.)

Estimando con PSU, debido a la posible distribución en diferentes implementaciones del número de tareas M/Q/T a través de los proyectos, una aproximación sugerida es usar – en el caso de análisis de regresión con más variables independientes - considerar el número de PSU y el número de tareas M/Q/T o tan sólo las últimas.

### 6.1 Base de Datos Histórica de Proyectos (PHD): datos esenciales

¿Cuáles son los datos esenciales necesarios para calcular la estimación del esfuerzo a través de la técnica de regresión? Cada empresa debería elegir los representantes más significativos para clasificar los proyectos y filtrarlos para así obtener grupos de proyectos. Un conocido repositorio de proyectos para FSMM es lo de ISBSG (Internacional Software Benchmarking Standard Group – <http://www.isbsg.org>): la lista de los campos usados en la 11ª Publicación (r11) están disponibles en [ISBS10].

De todas formas, se sugiere tener en consideración dos familias de campos: Organizacionales y Técnicos, útiles para crear – a través de las preguntas deseadas - grupos homogéneos de proyectos para usarse como entradas para la estimación del esfuerzo:

#### Datos Organizacionales

- Id. Proyecto
- Director del Proyecto (Project Manager)
- Referencia del Segmento del Mercado (ejemplo: Telecom, Sector Público,...)
- Área del Proyecto en el Segmento del mercado (ejemplo: Telecom – CRM)
- Producto/Tecnología para una cierta tipología en el Segmento del Mercado (ejemplo: SAP/R3-BSCS-Vantive)
- Tipo del Proyecto (ejemplo: Nuevo Desarrollo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento de Mejora...)
- Ciclo de Vida Software seleccionado (ejemplo: Cascada, Espiral, de Prototipos, etc.)
- Aproximación al CVS seleccionado (ejemplo: Sashimi, V-Shape, Cascada Pura, etc.)
- ...

#### Datos Técnicos

- Unidad de medida (PSU, FP, #Entidades)
- Número de unidades de medida, usando al menos dos tipos (ejemplo: PSU, FPA, UCP, etc.)

- Esfuerzo *previsto* en hombres/día según la fase del CVS (Planificación/Control, Análisis/Diseño, Producción, Prueba, Entrega, PR/CR) y por la tipología de las tareas (M/Q/T).
- Esfuerzo *real* en hombres/día según la fase del CVS (Planificación/Control, Análisis/Diseño, Producción, Prueba, Entrega, PR/CR) y por la tipología de las tareas (M/Q/T).
- Número de Requisitos de Usuario
- Número de tareas en el proyecto Gantt, clasificadas por su complejidad (Alta/Media/Baja).

Para llevar a cabo la estimación, el uso del campo “**Ciclo de Vida**” como un más alejado filtro a ser elegido por un Director de Proyecto (PM) sólo representa otro valor cualitativo para el parecido de proyectos, con el propósito de elegir el grupo de proyectos más próximo – en términos de características organizacionales y técnicas – a lo que será el objeto de estimación.

Técnicamente, la selección de un ciclo de vida “A” en vez de un ciclo de vida “B”, no afecta directamente a la estimación. De hecho, el esfuerzo estimado sobre un nuevo proyecto, con cualquier ciclo de vida seleccionado, sólo tiene como entrada el tamaño y el esfuerzo de proyectos similares concluidos y seleccionados por el PM para la estimación. Además, la verificación de la fiabilidad del sistema de pronóstico, como se indica debajo, es realizada a través de indicadores de control tales como MRE, MMRE y PRED(0.25).

Se pueden encontrar más verificaciones sobre este tema en análisis de regresión de aplicaciones ya “cerrados” como **COCOMO** (*Cost Construction Model*) por Barry Boehm, donde en ambas versiones, tanto en la primera de 1981 [BOEH81] como en la segunda de 1997 [BOEH00], ninguno de los parámetros usados está relacionado con el tipo de ciclo de vida adoptado en el proyecto.

## 6.2 Poblar el PHD

A mayor número de proyectos seguidos, mayor será la probabilidad de tener a su disposición un conjunto de proyectos relevantes para estimar adecuadamente el esfuerzo necesario para el nuevo proyecto. Se sugiere tener al menos de 8 a 10 proyectos para cada tipología deseada<sup>17</sup>, para usar de forma provechosa esos datos históricos en las curvas de regresión.

En el caso de que la *Base de Datos Histórica de Proyectos* (PHD – *Project Historical Database*) no contenga en un cierto momento la misma cantidad de tipos de datos de proyectos para una nueva estimación, se sugiere que el Director del Proyecto - de acuerdo con la “Actividad de Duración de la Estimación” (proceso #6.4 del PMBOK2008 [PMI08] - aplique los dos primeros criterios de estimación, listado en el mismo orden dado en la sección de: “*Herramientas y Técnicas*”, en detalle:

- **Juicio de Expertos:** “*el juicio de expertos, guiado por información histórica, puede usarse siempre que sea posible. Los miembros individuales del equipo del proyecto también pueden aportar información acerca de la estimación de la duración o las duraciones máximas recomendadas de las actividades, teniendo en cuenta proyectos anteriores similares. Si no se cuenta con ese conocimiento, las estimaciones de la duración son más inciertas y arriesgadas*”. En nuestro caso, con referencia a la consulta de información histórica, el Director del Proyecto puede ver data contenida en el PHD y los relacionados MRE/MMRE y

<sup>17</sup> Tipología significa todas las características seleccionadas por el Director del Proyecto en un caso específico del PHD de acuerdo a sus necesidades (ciclo de vida, tipo de desarrollo, unidad de medición, etc.) de 1 a N posibles filtros de la base de datos.

PRED(0.25), reuniendo toda la información útil para evaluar en base a su experiencia y competencia.

- **Estimación por Analogía:** *“La estimación de la duración por analogía significa utilizar la duración real de una actividad del cronograma anterior y similar como base para la estimación de la duración de una actividad del cronograma futura. Frecuentemente, se usa para estimar la duración del proyecto cuando hay una cantidad limitada de información detallada sobre el proyecto, por ejemplo, en las fases tempranas. La estimación por analogía utiliza la información histórica y el juicio de expertos. La estimación de la duración por analogía es más fiable cuando las actividades previas son similares de hecho y no sólo en apariencia, y los miembros del equipo del proyecto que preparan las estimaciones tienen la experiencia necesaria”.*

De todos modos, el número de PSU debería ser calculado en base a los documentos disponibles, para poblar el PHD para futuras estimaciones.

### 6.3 Herramientas de Estimación

Hay muchas herramientas estadísticas para usarse en esos propósitos de estimación. Sin usar herramientas sofisticadas, también MS-Excel tiene capacidades básicas usando los *diagramas dispersos (scattered diagrams)*. Un complemento útil es el “*Analisis ToolPak*”<sup>18</sup>, que permite varios análisis estadísticos (ANOVA, Correlación, Covarianza, etc), también el análisis Lineal de Regresión Múltiple.

### 6.4 Estimar con PSU

El proceso de estimación usual considera como principal entrada, como se ha dicho, el tamaño de las tareas a desarrollar para obtener cuanto tiempo sería necesario para desarrollar dichas tareas. De forma diferente a FSMM y FPA, cuando usamos PSU como unidad de medida de proyectos, podría parecer que *es la pescadilla que se muerde la cola*: el Estimador estimaría es valor del esfuerzo del proyecto para obtener el mismo valor usando el análisis de regresión lineal.

En tal caso, el procedimiento de estimación de esfuerzo usual asumirá un diferente “sabor”: de hecho, representará un control iterativo del Estimador para verificar y ajustar el número inicial de hombres/día obtenidos del cálculo del número de PSU, mediante el procedimiento de cálculo (ver sección 4).

Suponiendo haber seleccionado diez proyectos de su PHD (Fig. 13), clasificados por orden descendente del porcentaje de MRE, trazados en un diagrama disperso, y después calculando  $R^2$  usando la regresión lineal:

<sup>18</sup> <http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/about-statistical-analysis-tools-HP005203873.aspx>

Prj	PSU	Effort*	Effort	MRE%
P001	42,66	420,35	318,46	31,99%
P008	26,21	146,00	112,00	30,36%
P006	42,10	184,00	149,50	23,08%
P002	119,85	316,00	410,00	22,93%
P005	18,34	147,00	135,20	8,73%
P007	16,75	46,00	49,50	7,07%
P010	89,16	910,00	882,00	3,17%
P009	66,85	244,00	237,00	2,95%
P003	34,60	150,05	149,25	0,54%
P004	22,00	144,00	144,60	0,41%
Max	119,85	910,00	882,00	31,99%
Avg	47,85	270,74	258,75	13,12%
Med	38,35	167,03	149,38	7,90%
Min	16,75	46,00	49,50	0,41%
			Pred(0.10)	60,00%
			Pred(0.15)	60,00%
			Pred(0.20)	60,00%
			Pred(0.25)	80,00%

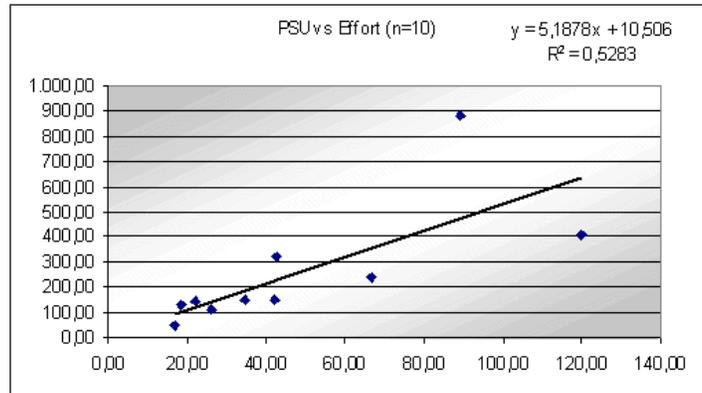


Fig. 13 – Conjunto de Datos de N=10 proyectos y ecuación de regresión lineal ( $R^2=52.83\%$ )

Los proyectos con un porcentaje de MRE>25% fueron excluidos y después fue recalculada la curva de regresión usando la ecuación lineal (Fig. 14) y la ecuación logarítmica (Fig. 15).

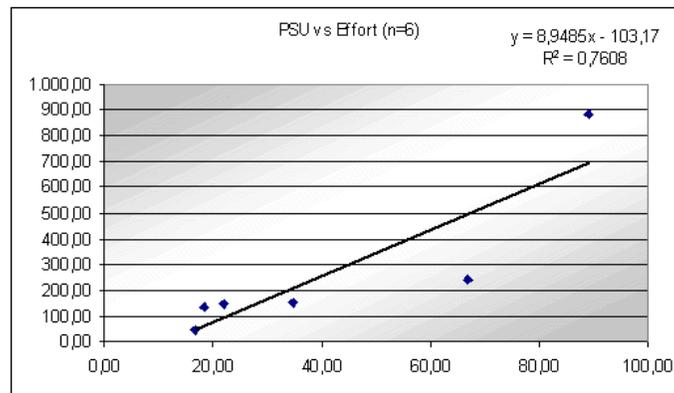


Fig. 14 – Conjunto de datos de N=6 proyectos y Ecuación de Regresión Lineal ( $R^2=76.08\%$ )

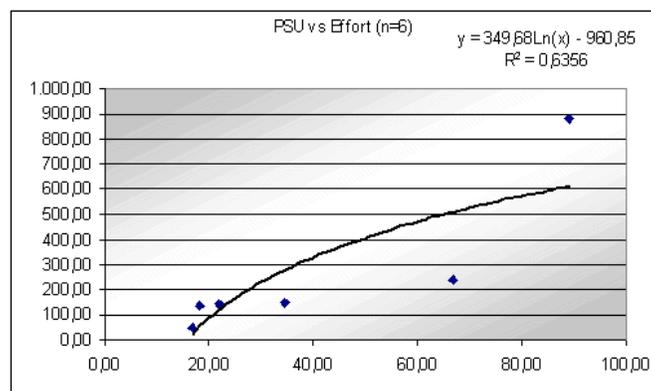


Fig. 15 – Conjunto de datos de N=6 proyectos y Ecuación de Regresión Logarítmica ( $R^2=63.56\%$ )

Supónganse que el Estimador para un nuevo proyecto con código P011, calculará un tamaño de 61.34 PSU con un esfuerzo de 415 hombres/día. Aplicando las dos ecuaciones se obtendrá:

Prj	PSU	Effort*	Effort	MRE%	
P011	61,34	415	445,73099		
					Linear R <sup>2</sup>
					a -103,17 0,7608
					b 8,95
			478,584		Exponential R <sup>2</sup>
					a -960,85 0,6356
					b 349,68

Fig. 16 – Resumen del proyecto P011

La pregunta es: ¿cuál debe ser el número adecuada de hombres/día a estimar para P011? ¿415, derivado directamente del cálculo de PSU o debería ser más adecuado incrementar el número de acuerdo al análisis de regresión, incluso siendo los valores de R<sup>2</sup> no tan altos?

El Estimador – teniendo todos esos valores a su disposición - debe decidir si mantener la estimación inicial (415 h/d) o modificarla. En esta segunda hipótesis, tendrá que redistribuir en la hoja de cálculo de PSU los h/d para sumar/restar al valor inicial. Este cambio puede influir en el número de PSU. Por lo tanto, el valor de PSU revisado será aplicado otra vez a las dos ecuaciones de regresión, derivando 2 nuevos valores estimados y R<sup>2</sup>. Y por lo tanto, el Estimador iterará este cálculo hasta que el número de h/d le parezca adecuado para el nuevo proyecto.

Sólo cuando el proyecto esté cerrado, será posible evaluar con el porcentaje de MRE la precisión de la estimación.

## 6.5 Clasificación M/Q/T de las tareas: algunos ejemplos

En la sección 4.3., se introdujo una clasificación de las tareas de un proyecto en tres posibles categorías:

- **M – Gestión** (*Management*): tareas referidas a la Gestión del Proyecto, típicamente de los procesos de *organización* contenidos en el estándar ISO/IEC 12207.
- **Q - Calidad** (*Quality*): tareas referidas a la Gestión de Calidad, la Gestión de Documentación y Configuración, típicamente de los *procesos de soporte y organización* del estándar ISO/IEC 12207.
- **T – Técnicas** (*Technical*): tareas referidas a las principales actividades para el desarrollo del software, aquellas llamadas procesos *primarios* en el estándar ISO/IEC 12207.

Aquí en la siguiente tabla, se muestra una lista de posibles tareas a bajo nivel, para ser incluidas en la WBS bajo de las hojas principales de tipo M/Q/T:

M/Q/T	Tarea Principal	Sub-Tarea <sub>1</sub>	Sub-Tarea <sub>2</sub>
M - Gestión	Planificación		
		Determinar el alcance del proyecto y organización	
		Determinar los recursos preliminares	
		Asignar el personal de Desarrollo	
		...	
		Planificación completa (hito)	
	Control		
		Revisión	
		Chequeo del Progreso del Trabajo	
		Facturación hitos (múltiples hitos)	

		...		
	Gestión de la Configuración			
		Gestión del Plan de Configuración SW		
		Implementación del entorno		
		...		
<b>Q - Calidad</b>				
	Plan del Proyecto			
	Plan de Calidad			
	...			
<b>T – Técnicas</b>				
	Análisis			
		Borrador Preliminar UR		
		...		
		Revisión UR		
		Obtención de aprobación		
	Diseño	Análisis final de la Documentación		
		Borrador SRS		
		Revisión SRS		
		Obtención de aprobación		
		...		
	Construcción	Diseño Final de la Documentación		
		Desarrollo del Código		
		Verificación del Código		
		Desarrollo Completo		
	Pruebas	Línea base de desarrollo del entorno		
		Desarrollar el Plan de Pruebas		
		Revisión del Plan de Pruebas		
		Documentación de la Baseline de Pruebas		
		Pruebas de Unidad (UT)	UT de ejecución	
			UT de informe	
			PR de gestión	
			UT completo (hito)	
		Pruebas de Integración (IT)		
			IT ejecución	
			IT de informe	
			PR de gestión	
	Pruebas de Sistema (ST)	IT completo (hito)		
		ST de ejecución		
		ST de informe		
	Entrenamiento	PR de gestión		
		ST completo (hito)		
		Desarrollo...		
		Identificación--		
		Desarrollo...		
	Training			
	Sesiones de entrenamiento (servicio)			

	Documentación		
		Desarrollo de la Documentación de Usuario	
		Revisión de la Documentación de Usuario	
		Desarrollo del Manual de Instalación	
		Revisión del Manual de Instalación	
		...	
	Documentación completa (hito)		
	Entrega		
		...	
	Post- Entrega		
		...	

## 7 Conclusiones y Perspectivas

*No existe una sola verdad, pero si que hay distintos puntos de vista actualmente.* Como para todas las posibles elecciones a hacer, existirá un punto de equilibrio, por encima o por debajo en el cual será más adecuado adoptar una técnica de estimación temprana o estándar. La pregunta sobre la oportunidad de adoptar una técnica de estimación temprana deriva exclusivamente del momento en el que tal información debe estar disponible, que no siempre coincide con el final de la fase de Diseño. Sin embargo, siempre hay que comprobar lo que se está midiendo (*entidad*) y por que *atributo*, ya que no todos los posibles pares de medidas son directamente comparables.

La medida funcional lógica, expresada en los métodos FSM (Medida Funcional del Tamaño) tales como IFPUG FPA representa absolutamente la dirección correcta a seguir que continúa el camino. Recuperando tal lógica, un sistema de estimación temprana basada en PSU trae consigo menores costes pero una reducida asequibilidad del relacionado sistema de pronóstico para la medición de un proyecto. La correlación entre los resultados de estimación producidos por ambas técnicas, por una estándar (pero referida a un tamaño de producto y no al proyecto) y una técnica temprana, produce sin ninguna duda valores adecuados para evaluar tal equilibrio.

La técnica de PSU, creada en 2003, puede aplicarse para estimar futuros desarrollos de proyectos, intentando optimizar el esfuerzo para medir un proyecto y minimizando el error de estimación.

La dirección de la próxima versión 2.0 de la técnica es para radica en el que sea más objetiva, eliminando el sistema de pesaje, de forma similar a lo que se ha hecho con COSMIC en el entorno de los métodos FSM.

Se mantendrá una lista de preguntas frecuentes (**FAQ**) en la página de PSU: (<http://www.semq.eu/leng/sizestpsu.htm#6>).

-- Fin del Documento --