

Evaluación y propuesta de mejora en las técnicas de estimación de la duración de proyectos de software: Estudio de caso en una empresa marplatense.

Evaluation and improvement proposal of software project duration estimation techniques: Case study in a company from Mar del Plata.

Martín, Mateo Tomás

mateotmartin@gmail.com

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

Ing. Morcela, Antonio

omorcela@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Ing. Melian, Isaac

imelian@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

RESUMEN

Este Trabajo Final evalúa las prácticas de estimación de la duración de proyectos de software en una empresa tecnológica de Mar del Plata y diseña una propuesta de mejora orientada a reducir desvíos. Para el análisis se usó una base histórica de proyectos divididos en dos categorías, proyectos originales y proyectos de mejora. Dicha base permitió determinar la precisión en las estimaciones. Los resultados muestran una magnitud promedio del desvío absoluto cercana al 35%, por encima del estándar interno ($\leq 15\%$). Las causas encontradas que generan errores en las estimaciones incluyen: involucramiento tardío de usuarios clave, cambios tecnológicos o regulatorios, demoras de insumos del cliente, omisiones de alcance y fallas de comunicación. Con base en estos hallazgos y la literatura de estimación, se propone una intervención metodológica sustentada en cuatro pilares: (i) creación de un *checklist* estandarizado para asegurar completitud y trazabilidad de requisitos; (ii) inclusión de la técnica de estimación conocida como *Planning poker* para estructurar el juicio experto y mitigar sesgos individuales; (iii) definición y cálculo de *kpis* que habiliten control y aprendizaje; y (iv) implementación de un ciclo PDCA para institucionalizar la mejora continua. La contribución práctica es un marco operativo, medible y replicable orientado a obtener estimaciones más precisas y una mejor previsibilidad en los proyectos.

Palabras Claves: estimación; software; juicio experto; *Planning Poker*; *checklist*; *KPIs*; PDCA; mejora continua.

ABSTRACT

This Final Project evaluates the practices used to estimate the duration of software projects in a technology company based in Mar del Plata and designs an improvement proposal aimed at reducing deviations. For the analysis, a historical database of projects was used, divided into two categories: original projects and improvement projects. This database made it possible to determine estimation accuracy. The results show an average magnitude of absolute deviation close to 35%, above the internal standard ($\leq 15\%$). The identified causes of estimation errors include late involvement of key users, technological or regulatory changes, delays in client deliverables, scope omissions, and communication failures. Based on these findings and estimation literature, a methodological intervention is proposed, grounded on four pillars: (i) creation of a standardized checklist to ensure completeness and traceability of requirements; (ii) inclusion of the estimation technique known as *Planning Poker* to structure expert judgment and mitigate individual biases; (iii) definition and calculation of KPIs that enable control and learning; and (iv) implementation of a PDCA cycle to institutionalize continuous improvement. The practical contribution is an operational, measurable, and replicable framework aimed at achieving more accurate estimates and better project predictability.

Keywords: software; estimation; expert judgment; *Planning Poker*; *checklist*; *KPIs*; PDCA; continuous improvement.

1. INTRODUCCIÓN

La industria del software ha experimentado un crecimiento notable en las últimas dos décadas, triplicando su peso en el empleo privado y multiplicando por siete su contribución a las exportaciones del país. La estructura empresarial con la que cuenta es diversificada, con grandes empresas transnacionales que comercializan productos en el exterior y prestan servicios al mercado local, conviviendo con empresas grandes y medianas de capital nacional que desarrollan sus propios productos y ofrecen diversos servicios informáticos. También participan de este entramado una gran cantidad de pequeñas empresas locales, microempresas y trabajadores autónomos, particularmente en segmentos con bajas barreras de entrada, como el desarrollo de software de gestión empresarial y videojuegos.

A pesar del crecimiento del sector, las empresas de desarrollo de software enfrentan un desafío recurrente: la estimación precisa de la duración de los proyectos.

En este contexto, el objetivo de este trabajo será analizar las técnicas de estimación utilizadas por una empresa del sector, identificar los factores que provocan desviaciones respecto a lo planificado e investigar herramientas tecnológicas que puedan mejorar el proceso para desarrollar una propuesta de mejora en el proceso de estimación.

2. DESARROLLO

Introducción a la empresa

EMMSA es una empresa tecnológica con sede en Mar del Plata que cuenta con más de 30 años de trayectoria en el desarrollo e implementación de soluciones informáticas orientadas a organizaciones de alta complejidad. Su equipo está conformado por más de 50 profesionales especializados en sistemas, con una sólida formación técnica y experiencia en sectores estratégicos como la energía, los servicios públicos y la industria.

La empresa sigue un enfoque metodológico propio, diseñado a partir de la experiencia acumulada y basado en buenas prácticas reconocidas a nivel internacional. Su modelo de trabajo integra los lineamientos del *Project Management Institute* (PMI) para la gestión de proyectos y principios de metodologías ágiles para el desarrollo de software. Este enfoque permite alinear los objetivos del cliente con una planificación flexible.

La empresa organiza su actividad en torno a dos grandes líneas de proyectos:

1. Proyectos de productos propios: desarrollo de soluciones orientadas a mercados verticales, especialmente en los sectores de energía y seguros.
2. Proyectos de desarrollo a medida: La empresa también ofrece servicios de desarrollo de software especializado para clientes que requieren soluciones a medida.

La empresa categoriza a los proyectos según la cantidad de horas hombre que le va a costar. Las categorías en las que caen los proyectos son 3: Proyectos Chicos, Medianos y Grandes. En cuanto al parámetro para categorizar los proyectos la empresa utiliza los siguientes intervalos: menos de 500 horas hombre se categoriza como proyecto chico; entre 500 y 1500 horas hombre se categoriza como proyecto mediano; y más de 1500 horas hombre se categoriza como proyecto grande.

Técnicas de estimación utilizadas

EMMSA emplea actualmente una técnica de estimación basada en el juicio de expertos, la cual se apoya en la extensa trayectoria profesional de su equipo técnico. Los profesionales involucrados en esta práctica han liderado y participado en numerosos proyectos de desarrollo e implementación de software a lo largo de varias décadas, abarcando sectores diversos como energía, seguros y servicios públicos.

El proceso de estimación se estructura en torno a reuniones técnicas donde se convocan expertos con conocimiento relevante en función del tipo de proyecto. A través de una puesta en común, se discuten las posibles soluciones, se analiza la factibilidad técnica y funcional, y se proyecta un orden de magnitud en términos de recursos humanos, perfiles necesarios y plazos de ejecución. Esta estimación se basa no sólo en criterios técnicos, sino también en la experiencia directa adquirida a lo largo del recorrido de la empresa.

Analizar proyectos pasados para identificar desvíos significativos entre las estimaciones iniciales y los tiempos reales de ejecución

Para la elaboración de este estudio se solicitó a la empresa un listado completo de proyectos desarrollados entre 2016 y 2025. El listado inicial contenía 140 proyectos.

Se identificó un conjunto de proyectos cuya duración efectiva fue inferior a las 100 horas. Con el objetivo de analizar su impacto en el estudio, se realizó un examen específico de este subconjunto.

Se observó que en ninguno de estos proyectos se registraron retrasos en la entrega al cliente. Desde el punto de vista de la estimación, estos proyectos presentan particularidades que hacen que su inclusión en el análisis general carezca de sentido. La empresa establece un mínimo de facturación para los trabajos, de manera que, aun cuando un proyecto demande entre 10 y 20 horas reales de desarrollo, el cliente es facturado como si se hubiesen utilizado 100 horas. Este criterio responde a razones de política comercial, destinadas a cubrir los costos fijos de gestión, coordinación y administración. Es por eso que las estimaciones de estos proyectos no reflejan una medida realista sobre el esfuerzo requerido. Esto genera una distorsión en los indicadores de desviación entre horas estimadas y reales

Por esta razón se decidió excluir a los proyectos de menos de 100 horas de los análisis principales resultando en una serie conformada por 77 proyectos. Los proyectos se agruparon en dos grandes categorías según su naturaleza:

- **Proyectos de mejora:** intervenciones sobre sistemas ya existentes.
- **Proyectos originales:** desarrollo de nuevos sistemas.

Dentro de cada clase se realizó, inicialmente, una subdivisión de proyectos por tamaño—pequeños, medianos y grandes—con criterio de la propia empresa, esperando que los proyectos de menor duración mostraran menores desviaciones relativas. Sin embargo, el análisis evidenció una falta de correlatividad entre el tamaño y el porcentaje de desviación por lo que se mantuvieron como categorías los proyectos de mejora y proyectos originales.

Se identificaron *outliers* en las series que fueron extraídos del conjunto de datos y estudiados individualmente, con el fin de comprender las causas de sus desviaciones excepcionales, sin que estos influenciaran los estadísticos globales de cada categoría.

La empresa cuenta con umbrales definidos que determinan la adecuación en las estimaciones. Una buena estimación se considera aquella con desviación menor al 15 % mientras que una mala es aquella con desviación superior al 40 %. Con estos límites se determinaron aquellas estimaciones que cumplieron con el estándar y aquellas que no lo hicieron.

Las conclusiones obtenidas del análisis fueron:

- Proyectos de mejoras: la mediana del desvío fue de +23%, lo que indica una tendencia a subestimar el esfuerzo. Solo un 22% de los proyectos alcanzó el estándar de buena estimación (<15% de desvío absoluto), mientras que un 42% presentó desvíos superiores al 40%.
- Proyectos originales: la mediana del desvío fue de +5%. Esto significa que no hay una tendencia clara hacia la sobre o subestimación del esfuerzo. En este grupo, un 24% de los proyectos cumplió con el estándar de precisión, y un 34% tuvo desvíos mayores al 40%.
- Los errores en la estimación no están altamente concentrados, sino que estos se distribuyen a lo largo de los proyectos.

Determinar los factores clave afectan la variabilidad del proyecto

Durante el relevamiento realizado en la empresa se identificaron múltiples factores que, desde la experiencia del equipo de desarrollo, contribuyen de manera significativa a las desviaciones entre los valores estimados y los resultados reales. A continuación, se nombran los factores principales a los que los referentes de la organización atribuyen el desvío asociado a los proyectos cuya estimación se considera inadecuada.

Una de las causas más recurrentes es la falta de involucramiento temprano de usuarios clave. En numerosos casos, las personas que poseen el mayor conocimiento sobre las necesidades del negocio se incorporan de manera tardía al ciclo de desarrollo. Esto genera que la definición de requerimientos no sea adecuada impactando negativamente en el esfuerzo necesario y los plazos de entrega. Asimismo, muchas veces los clientes no tienen en claro sus necesidades lo que concluye en suposiciones incorrectas.

Otro factor corresponde a la modificación de las plataformas tecnológicas en donde será instalado el sistema.

Cambios en el lenguaje de programación se asocian a desvíos significativos en la estimación. Estos cambios en el lenguaje requieren de un proceso de aprendizaje y adaptación por parte del equipo.

El incumplimiento de plazos de entrega por parte del cliente tanto en información relevante o en la habilitación de accesos a sistemas y bases de datos interrumpe la continuidad del trabajo del equipo de desarrollo y retrasa tareas. En muchos casos esto lleva a una reprogramación de actividades reduciendo los plazos e incrementando el riesgo de errores en el desarrollo.

En industrias reguladas como lo es la energía cambios normativos por parte del ente regulador es otro factor que afecta de manera significativa al esfuerzo estimado en un proyecto. Dichos cambios están asociados a nuevas condiciones que el sistema debe cumplir lo cual conlleva nuevos desarrollos.

Otro factor mencionado por la empresa es la resistencia al cambio por parte de las partes interesadas en el entorno del cliente. Se manifiesta cuando la solución propuesta implica modificaciones sustanciales en los procesos, roles o hábitos establecidos. Aunque el producto cumple con los requisitos funcionales y técnicos, los usuarios demuestran una resistencia y esta oposición genera re trabajos.

Muchas veces la empresa pasa por alto tareas o elementos que luego agregan trabajo no previsto y generan desvíos. Esto ocurre tanto por olvido como por una falta de compromiso con el proceso de desglose del proyecto.

Una mala comunicación entre el cliente, los desarrolladores y los usuarios. La falta de retroalimentación continua y bidireccional impide la detección temprana de desviaciones. Si el cliente no revisa con la frecuencia adecuada los prototipos o entregas parciales, el equipo carece de la información necesaria para corregir el rumbo antes de completar mayor cantidad de trabajo. Esta falta de validación temprana incrementa el riesgo de llegar a etapas avanzadas de desarrollo con requisitos equivocados.

Estos factores se pueden dividir en 5 categorías:

- Factores técnicos: Este factor se relaciona con los aspectos propios del software como la complejidad de los sistemas o decisiones en cuanto al diseño y construcción.
- Factores funcionales: Hace referencia a la definición de los objetivos y requerimientos del sistema.
- Factores de gestión del proyecto: Se vincula al modo en que se planifica, organiza y conduce el desarrollo del proyecto.
- Factores organizacionales: Está relacionado con la estructura y el contexto de la empresa, tanto del cliente como de la empresa.
- Factores tecnológicos: Hace referencia a los elementos vinculados al entorno tecnológico sobre el cual se desarrolla el proyecto.

Investigar y comparar metodologías, herramientas y tecnologías disponibles para la estimación de proyectos de software, evaluando su aplicabilidad al contexto de la empresa

Se realizó una investigación acerca de técnicas y herramientas de estimación utilizadas en la industria del software. Estas se dividen en 2 categorías, técnicas tradicionales y técnicas que acompañan a las metodologías ágiles. Dentro de las técnicas tradicionales se encuentran las siguientes:

- Estimación por analogía: Consiste en comparar con proyectos similares y ajustar por diferencias.
- Estimación por descomposición: Se divide el proyecto en componentes más sencillos de estimar para luego sumarse dichas estimaciones.

- COCOMO: Modelo paramétrico basado en el tamaño y en factores propios del modelo que requieren ajuste y calibración.
- Puntos de función: Mide la funcionalidad desde la perspectiva del usuario.
- Price to win (precio para ganar): Consiste en ajustar la estimación en base al presupuesto disponible en lugar de estimar en base al alcance funcional del software.

En la categoría de técnicas ágiles se encuentran:

- Planning poker: es una técnica de estimación diseñada para acelerar la planificación de historias de usuario involucrando a todo el equipo. El objetivo no es obtener una estimación perfecta sino situarse en una posición en donde el valor de la estimación supere el costo de obtenerla. Primero cada participante recibe un mazo de cartas con valores no lineales (por ejemplo: 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 20, 40 y 100), estos números representan unidades de tamaño. Luego el moderador presenta al equipo una historia de usuario y aclara las dudas esenciales. Cada participante elige una carta de su mazo que refleja la estimación que considera adecuada. Una vez que todos han seleccionado su carta, se revelan simultáneamente los valores; si coinciden, la estimación queda registrada y se avanza a la siguiente historia. En caso de existir diferencias los participantes con las estimaciones más altas y más bajas explican brevemente sus criterios. Luego se repite la votación hasta alcanzar una convergencia razonable.
- T-shirt sizing (talla de camisetas): Similar a Planning Poker utilizando como referencia de escala talles de ropa (XS-XL)

Luego de analizar todas las herramientas se determinó que la técnica *Planning Poker* es la más adecuada para aplicar en el contexto de la empresa. Esto se debe a la falta de datos calibrados, la necesidad de agilidad operativa y la disponibilidad de conocimiento del personal. La técnica ofrece la mejor relación costo-beneficio ya que habilita estimaciones rápidas, consistentes con el marco ágil de la empresa, y promueve un proceso de mejora continua soportado por métricas y retroalimentación sistemática.

Diseñar una propuesta de mejora para el proceso de estimación de duración de proyectos de software, basada en los hallazgos del análisis.

Los datos obtenidos en los capítulos previos muestran una falta de precisión en las estimaciones. El análisis realizado indica una desviación media de alrededor de un 35% lo cual refleja un bajo cumplimiento del estándar interno de la organización.

Estas evidencias justifican una intervención metodológica que aborde: (i) la reducción de sesgos cognitivos que afectan al juicio experto, (ii) la mejora en la calidad y completitud de los requerimientos tempranos, (iii) la institucionalización de métricas para aprender de la experiencia, y (iv) un ciclo de mejora continua.

Para esto se propone una propuesta de mejora dividida en 4 pilares:

- Incorporación de una de las técnicas de estimación investigadas.
- Desarrollo de un listado de verificación previo a reuniones con clientes.

- Desarrollo y definición de *KPIs* para tener una medición y control de las estimaciones.
- Implementación de ciclo *PDCA* en búsqueda de la mejora continua.

Checklist:

Se adopta como un instrumento estandarizado cuyo objetivo principal es asegurar la completitud mínima de requerimientos, la comparabilidad entre proyectos y la trazabilidad de supuestos al momento de estimar. Su aplicación responde a la importancia de tener requisitos claros y procesos repetibles para mejorar la planificación y la precisión de las estimaciones.

Se estructura en tres etapas:

- Preparación previa a la reunión, donde el equipo interno reúne antecedentes, plantillas y supuestos a validar.
- Aplicación durante la reunión con el cliente, destinada a relevar de forma ordenada los datos esenciales para la estimación.
- Generación de salidas.

Planning Poker:

Se propone la incorporación de la técnica. Esto se debe a una clara necesidad de superar las limitaciones detectadas en las prácticas actuales de juicio experto caracterizadas por la presencia de sesgos individuales. Su aplicación permitirá introducir un enfoque estructurado, participativo y transparente buscando reducir los sesgos y aumentar la confiabilidad de las estimaciones.

Para implementar esta técnica es necesario introducir cambios en la dinámica de trabajo del equipo. En primer lugar, hay que establecer un entorno de estimación seguro y colaborativo, en el cual los integrantes puedan expresar libremente sus valoraciones. La estimación debe entenderse como una actividad técnica y no como una negociación. Esto debe lograrse para minimizar el riesgo de que los participantes ajusten sus números para cumplir expectativas o evitar cuestionamientos. Asimismo, se deberá trabajar sobre los sesgos más comunes que afectan a los estimadores. Uno de los más frecuentes es la sobreestimación defensiva, que surge cuando los participantes inflan deliberadamente los valores con el objetivo de protegerse de retrasos o dificultades imprevistas. Este comportamiento genera distorsiones significativas y reduce la utilidad de la estimación. Para contrarrestar este sesgo, se propone:

- Separar claramente la instancia de estimación de la de compromiso. La primera refleja la magnitud del esfuerzo mientras que la segunda define cuánto puede asumirse en función de la capacidad disponible.
- Registrar y discutir explícitamente los supuestos y riesgos identificados durante la estimación, de manera que las preocupaciones de los participantes se incorporen a la planificación sin necesidad de inflar las cifras.
- Capacitar al equipo en sesgos cognitivos y técnicas de estimación colaborativa, brindando ejemplos prácticos de cómo estos sesgos impactan en los resultados.

La introducción de Planning Poker no es solo un cambio metodológico, sino también como un cambio cultural y organizacional orientado a fomentar la transparencia, reducir sesgos individuales y consolidar un aprendizaje colectivo.

KPIs:

Para fomentar el aprendizaje y poder llevar un registro del proceso de estimación y sus resultados se propone el desarrollo de una serie de indicadores.

- $MRE = \frac{|Esfuerzo\ real - Esfuerzo\ estimado|}{Esfuerzo\ real} * 100\%$
- $RE = \frac{Esfuerzo\ estimado - Esfuerzo\ real}{Esfuerzo\ real} * 100\%$
- $Pred(25) = \frac{Número\ de\ estimaciones\ con\ \left| \frac{E_i - \hat{E}_i}{E_i} \right| \leq 0.25}{n} * 100$
- $IOC = \frac{Número\ de\ omisiones}{Número\ de\ ítems\ críticos\ definidos\ en\ el\ checklis} * 100$

Ciclo PDCA:

- Plan (planificar): incluye la preparación del checklist, la planificación de la sesión de Planning Poker y la definición de los objetivos de los KPIs.
- Do (hacer): comprende la aplicación del checklist durante la reunión con el cliente, la documentación y el registro de los criterios que determinan cuándo una historia está lista, así como la realización de la sesión de Planning Poker.
- Check (verificar): Consiste en el cálculo de los KPIs del proyecto.
- Act (actuar): Abarca el estudio de la causa raíz ante desvíos, la implementación de acciones de mejora focalizadas y la documentación de los resultados positivos.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

El objetivo general de este Trabajo Final, Evaluar y analizar las técnicas de estimación utilizadas por una empresa tecnológica marplatense y diseñar una propuesta de mejora en el proceso, ha sido logrado mediante un estudio de caso que combinó el diagnóstico empírico con el diseño de una solución integral. La investigación cumplió exitosamente con los cinco objetivos específicos, generando las siguientes conclusiones clave:

1. Relevamiento de la Técnica Actual (Objetivo 1): Se constató que la empresa EMMSA utiliza actualmente una técnica de estimación basada en el juicio de expertos, la cual se apoya en la vasta trayectoria profesional de su equipo técnico. Esta técnica, aunque flexible, mostró ser susceptible a errores sistémicos.

2. Análisis de Desvíos Significativos (Objetivo 2): El análisis de 77 proyectos finalizados reveló que la precisión de las estimaciones es inadecuada. La magnitud promedio del desvío absoluto se mantiene cercana al 35%. Este resultado es significativamente superior al estándar interno de la empresa, que aspira a una desviación

menor al 15%. Solo entre el 22% y el 24% de los proyectos cumplieron con este estándar de buena estimación. Adicionalmente, se observó una tendencia a subestimar el esfuerzo en los proyectos de mejora (mediana de desvío de +23%).

3. Determinación de Factores Clave de Variabilidad (Objetivo 3): Los principales factores que contribuyen a los desvíos se determinaron como la falta de involucramiento temprano de usuarios clave, la modificación de plataformas tecnológicas, el incumplimiento de plazos por parte del cliente, cambios normativos y la omisión de tareas no previstas. Estos factores refuerzan la necesidad de estandarizar la entrada de información y mitigar el sesgo optimista.

4. Investigación y Comparación de Metodologías (Objetivo 4): Se investigaron y compararon diversas técnicas, incluyendo modelos algorítmicos (COCOMO, COCOMO II, Puntos de función) y métodos ágiles (Planning Poker, T-shirt sizing). La revisión se centró en evaluar su aplicabilidad al contexto de EMMSA, orientando la decisión hacia técnicas que mitigaran los sesgos inherentes al juicio experto.

5. Diseño de la Propuesta de Mejora (Objetivo 5): Se diseñó una propuesta de mejora estructurada en cuatro pilares para abordar las limitaciones encontradas.

- Se propuso la incorporación de Planning Poker como técnica colaborativa para estructurar el juicio de expertos y reducir los sesgos individuales que se observaron en los resultados históricos.
- Se diseñó un checklist de datos a relevar para asegurar la completitud mínima de los requerimientos tempranos, abordando directamente el factor de variabilidad relacionado con la omisión de tareas y la inadecuada definición de requisitos.
- Se definieron KPIs (MRE, RE, Pred(25) e IOC) para permitir la medición continua y el aprendizaje organizacional.
- Incorporación de un ciclo PDCA que englobe los 3 pilares previos para fomentar la mejora continua.

El trabajo aportó una solución diseñada utilizando herramientas de Ingeniería Industrial, como el análisis de causa raíz y la definición de métricas de control (*KPIs*), aplicadas al sector de software.

Es fundamental señalar que el alcance del trabajo no incluyó la fase de implementación ni la validación empírica de la propuesta.

Como trabajo futuro, se recomienda la ejecución de la propuesta diseñada:

1. Implementar la técnica *Planning Poker* junto con el *checklist* de datos a relevar en una serie de proyectos piloto.
2. Medir los *KPIs* propuestos (MRE, RE, Pred(25) e IOC) para cuantificar la reducción de la desviación promedio del 35% y validar la efectividad de las nuevas prácticas en la mejora de la precisión de las estimaciones.

4. REFERENCIAS

Clemmons, R. K. (2006). *Project estimation with use case points*. Diversified Technical Services. https://www.researchgate.net/profile/Roy-Clemmons/publication/200036324_Project_Estimation_With_Use_Case_Points/links/00b7d518401cd4fd9b000000/Project-Estimation-With-Use-Case-Points.pdf

Cohn, M. (2005). *Agile estimating and planning*. Prentice Hall Professional Technical Reference.

Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.

Gómez, A., López, M. de C., Migani, S., & Otazú, A. (s.f.). *Un modelo de estimación de proyectos de software*. https://www.academia.edu/4853590/UN_MODELO_DE_ESTIMACION_DE_PROYECTOS_DE_SOFTWARE

Jørgensen, M. (2004). *A review of studies on expert estimation of software development effort* (p. 27). Simula Research Laboratory. <https://web-backend.simula.no/sites/default/files/publications/SE.4.Joergensen.2004.c.pdf>

Jørgensen, M. (2005). *Practical guidelines for expert-judgment-based software effort estimation*. Simula Research Laboratory. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1438330>

Jørgensen, M., & Teigen, K. H. (2002). *Uncertainty intervals versus interval uncertainty: An alternative method for eliciting effort prediction intervals in software development projects*. Simula Research Laboratory. <https://web-backend.simula.no/sites/default/files/publications/files/promac-final2.pdf>

Karner, G. (1993). *Resource estimation for Objectory projects*. Objective Systems SF AB. https://teraits.com/anhanguera/marcio/gcm/p_Karner_ResourceEstimationForObjectoryProjects.pdf

Mallidi, R. K., & Sharma, M. (2021). *Study on agile story point estimation techniques and challenges*. International Journal of Computer Applications. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/119199895/mallidi-2021-ijca-921014-libre.pdf>

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de software*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Ramos Cardozzo, D. (2016). *Desarrollo de software: Requisitos, estimaciones y análisis* (2.ª ed.; I. T. Campus Academy, Ed.). CreateSpace Independent Publishing Platform.

Rodríguez Soria, P., & Martínez Herráiz, J. J. (2010). *Modelos paramétricos de estimación de esfuerzo dentro del proceso de planificación de proyectos software*. Revista de procesos y métricas de las tecnologías de la información. <https://portalcientifico.uah.es/documentos/61567cdaf4a2be562344f59c?lang=gl>

Santos, S. A. (2014). *Estimación de proyectos de software pequeños basada en el juicio de expertos* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata].

Shepperd, M., & Schofield, C. (1997). *Estimating software project effort using analogies*. IEEE Transactions on Software Engineering. https://www.researchgate.net/publication/3187904_Estimating_software_project_effort_using_analogies

Sommerville, I. (2011). *Software engineering*. Pearson.