

# Marco para evaluar el valor en metodología SCRUM

Pedro E. Colla

HP de Argentina SRL - Av. Voz del Interior 7050 -(5000) Córdoba – Argentina  
ESE – Instituto Universitario Aeronáutico – Av. Fuerza Aérea Km 8 ½ - (5000) Córdoba - Argentina  
pedro.colla@hp.com

**Abstract.** Este artículo aborda el estudio preliminar de los factores que aportan valor al utilizar una metodología ágil SCRUM. La adopción de esta metodología se hace mayormente en base a expectativas subjetivas e historias de éxito, pero el abordaje formal de la caracterización de los factores que contribuyen al valor de la organización es aún escaso. Se modelan estos factores, se estiman los principales parámetros del modelo y se valida el resultado por medio de simulación. Finalmente se obtienen conclusiones y avizoran líneas de trabajo futuro.

## 1 Antecedentes

Tradicionalmente el software ha sido un instrumento para que las organizaciones mejoraran su productividad interna a partir de acciones de automatización. Sin embargo, este enfoque está cambiando en la medida que el software es utilizado como plataforma para mejorar, o incluso producir, los ingresos y por lo tanto estar sujeto a constantes presiones competitivas para producir soluciones innovadoras en tiempos cortos. Este es un contexto muy volátil donde la metodología de desarrollo debe permitir cambios rápidos.

Desde que Ken Beck desarrolló los fundamentos de las metodologías ágiles hasta su masiva adopción al presente han proliferado descripciones en la bibliografía sobre la plataforma conceptual, espacios de utilización, marco de proceso, fortalezas y debilidades, métricas, evaluación económica y ejemplos de aplicaciones prácticas en distintos ámbitos (Rico, 2008) (Cohen, et al., 2004) (Pikkarainen & Passoja, 2005)(Pikkarainen & Mantyniemi, 2006) (Rico, s.f.) (Favaro, 2003)(Favaro, 2004).

El enfoque ágil es capturado en su esencia en el *Manifiesto Ágil* (Manifiesto, s.f.) Cuyos principales pilares de valor son priorizar a los individuos y sus interacciones por encima del proceso y las herramientas, utilizar el software mismo como documentación, cooperar con el cliente por encima de negociar con el y, quizás uno de los aspectos más relevantes a este trabajo, responder al cambio en vez de seguir un plan establecido.

Como parte de su evolución se ha delimitado cuando es más apropiado utilizar metodologías ágiles y cuando no; así como métodos para utilizarlas en diferentes sistemas organizacionales, principios de gestión e incluso evaluarlas rigurosamente con modelos de referencia de calidad como SEI-CMMI™. (Anderson, 2005)(Glazer, et al., 2008)(Pikkarainen & Mantyniemi, 2006)(Turner & Jain, 2002)

Erdogmus y Favaro (Erdogmus & Favaro, 2002) aplicaron principios de análisis económico para demostrar que *Extreme Programming (XP)* crea más valor económico que otros métodos de desarrollo de software tradicionales.

Maller (Maller, et al., 2004) discutió la justificación teórica para hacer el mapa entre los requerimientos de una organización acreditada como SEI-CMMI™ de Nivel 5 y XP; al mismo tiempo Banerjee (Banerjee, et al., 2010) documenta los aspectos a considerar necesarios para operar con metodologías ágiles con equipos remotos tal como los encontrados en operaciones off-shore. Otros autores sustentan también la relevancia de la aplicación de estas metodologías al abordaje de las operaciones off-shore. (Vishal & Kishen, s.f.)(Sauer, s.f.)

A pesar de recibir XP la mayoría de la atención bibliográfica las organizaciones están crecientemente enfocando su atención en la metodología ágil denominada SCRUM (Schwaber & Shuterland, 2011)(Shuterland, 2012), la cual aplica las mismas premisas conceptuales pero para resolver un problema ligeramente distinto como es el de desarrollo evolutivo de aplicaciones, el problema abordado ocupa, incidentalmente, una parte significativa de los recursos de la industria del desarrollo de software y este hecho explica mucho del interés sobre este enfoque metodológico. La metodología SCRUM está representada esquemáticamente por la Figura 1



Fuente: Agile Software Development with SCRUM Schwaber, Beede

Figura 1 Descripción conceptual de un ciclo SCRUM

La totalidad de los requerimientos a desarrollar, denominados historias de usuario (“*user stories*”) son divididos en grupos en función de su prioridad relativa para luego ser implementados en ciclos de esfuerzos relativamente cortos (del orden de un mes de duración) llamados “*sprints*”; las tareas son organizadas en el equipo de tal manera que las asignaciones y prioridades se revisan diariamente en una reunión breve llamada “*scrum*” que le da su nombre a la metodología. En este enfoque se siguen los principales criterios del Manifiesto obteniendo liberaciones parciales incrementales del producto bajo desarrollo.

La evidencia es consistente que al abrazar la hoja de ruta y comprometer las inversiones necesarias para desplegar formalmente esta metodología también se abordan al mismo tiempo aspectos clave del despliegue de prácticas maduras de proceso.

En tal sentido SCRUM ha sido exitosamente comparada contra los requisitos a satisfacer para alcanzar una de evaluación bajo niveles 2 y 3 del modelo de referencia SEI-CMMI™ (Hurtado Alegría & Bastarrica, 2006)(Shuterland, et al., 2008)(Turner & Jain, 2002)(Fritzche & Keil, 2007) demostrando que la ejecución rigurosa satisface la mayoría de los objetivos necesarios para obtener estos niveles; las pocas áreas de proceso no cubiertas directamente por no ser requeridos por SCRUM son en la práctica

un requisito para el correcto desempeño de una organización dedicada a la construcción de software, como por ejemplo las prácticas de gestión de la configuración, que deben ser adoptadas de todas formas.

A los efectos de este trabajo esto brinda el marco conceptual para asumir, formalidades de evaluaciones rigurosas al margen, que una organización que despliega SCRUM abraza la mayoría de las prácticas genéricas y específicas requeridas por los niveles 2 y 3 de SEI-CMMI<sup>TM</sup> (Marcal, et al., 2008), y por lo tanto puede aspirar a sus beneficios. Este factor es particularmente atractivo dado el relativamente bajo esfuerzo organizacional e inversión para desplegar e institucionalizar SCRUM respecto a otras alternativas metodológicas.

Si bien la bibliografía muestra reportes consistentes de éxito en la aplicación de metodologías ágiles en general, y SCRUM en particular, a la solución de proyectos de diferentes tamaños y complejidades no hay al presente un abordaje sistemático sobre la cuestión del valor aportado por la metodología, siendo su aplicación basada primordialmente en la intuición y resultados empíricos obtenidos reportados por las mismas organizaciones.

La contribución de este artículo consiste en proponer algunos instrumentos necesarios para comenzar a abordar la pregunta de investigación sobre si la utilización de SCRUM deriva en mayor valor para la organización, así como explorar las razones conceptuales por lo que esto ocurre.

Al validar la propuesta mediante simulación es posible también proponer valores tentativos para los principales parámetros involucrados y obtener la magnitud preliminar de los resultados esperables.

## 2 Planteo de la propuesta

Para la determinación del valor creado (o destruido) por una determinada metodología de desarrollo de software es necesario identificar en primer término como medir tal valor y a continuación definir diferentes escenarios posibles que expongan las características a explorar.

Si bien el valor obtenido a partir de los procesos utilizados por una organización desarrolladora de software es usualmente conformado por la suma de factores tangibles e intangibles se comienza por los primeros para a continuación establecer pautas consistentes que consideren los segundos.

Como factores intangibles de una organización, y en particular si es pequeña o mediana, resultará esencial considerar factores tales como la incertidumbre en la que operan, la fortaleza financiera, la capacidad de gestión, la volatilidad de los requerimientos y el riesgo técnico inherente a cualquier desarrollo tecnológico en general y de software en particular. Este enfoque permitirá considerar que los factores intangibles contribuirán a mejorar o deteriorar el perfil de riesgo de una organización.

Se empieza por adoptar la valuación por *Valor Presente Neto* (NPV por sus siglas en inglés Net Present Value) como un abordaje que le es familiar a la mayoría de las organizaciones para la determinación del valor de un proyecto y reconocido por considerar al mismo tiempo los resultados económicos tangibles, los premios al capital por tiempo y el impacto del riesgo (Brealey R.A.,

2010).

Sin embargo, la valuación por NPV es a menudo criticada por asumir una visión estática de la ejecución de un proyecto y por lo tanto no capturar los comportamientos dinámicos que estos tienen y los efectos que tienen las decisiones que se toman en su respuesta.

Para abordar esta flaqueza se propone que el modelo incorpore las estimaciones de valor obtenidas mediante los métodos tradicionales de NPV con valuación por opciones reales como una forma de capturar la capacidad de la organización para gestionar mejores soluciones en un marco de riesgo e incertidumbre en los resultados (Erdogmus, et al., 2005).

Este abordaje no es totalmente novedoso, otros autores lo han realizado para metodologías ágiles como XP o Pair Programming (Erdogmus & Favaro, 2002); pero la atención de la bibliografía sobre la aplicación de estas técnicas a SCRUM ha sido escasa.

La propuesta del trabajo consiste entonces en considerar como el uso de SCRUM contribuye a la creación de valor mediante la participación conjunta de dos mecanismos complementarios.

Por un lado mediante la mejora de la certidumbre en los resultados incrementando el valor a partir de un mecanismo de reducción del riesgo en los resultados del proyecto. Por otra parte considerando el valor de las opciones creadas a partir de los mecanismos de gestión (diferimiento, priorizar y abandono) que son inherentes a la metodología ágiles en general y a SCRUM, en el marco de este artículo, en particular.

## 2.1 Valuación de un proyecto de software

El enfoque tradicional de gestión del valor se basa en identificar los equilibrios sistémicos de cuatro variables fundamentales; recursos, tiempo, funciones y calidad que proporcionan el valor deseado.

Sin embargo a los efectos financieros son los recursos y el tiempo las variables cuya dinámica definen el valor resultante. Los recursos terminan re-expresándose mediante el costo del proyecto y su variación contribuye a crear o destruir valor del proyecto según disminuya o crezca respecto del planeamiento financiero que lo sustenta.

Por su parte el tiempo contribuye a aportar o deteriorar valor al hacer los flujos de fondos más cercanos o lejanos en el tiempo. Si partimos del supuesto que el proyecto de software típicamente habilita un activo subyacente que de él depende, entonces podemos también asumir que los flujos ingresantes asociados al resultante del proyecto no estarán disponibles hasta que el proyecto concluya, por lo tanto cualquier retraso deteriora el perfil financiero deseado.

Los aportes de valor y riesgos derivados de factores funcionales y de calidad, las otras variables sistémicas que definen la naturaleza del desarrollo, se asumen capturadas mediante las características intrínsecas de los flujos de fondos, la duración del proyecto y el costo de oportunidad utilizado para descontar los flujos.

En forma simplificada podremos expresar el Valor Presente Neto Planeado ( $NPV_p$ ) del proyecto como (Ec. 1)

$$NPV_p = \sum_{t=t_p}^{t=\infty} \frac{I_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t=t_p} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Ec. 1

En esta expresión los *flujos de ingresos* ( $I_t$ ) y los de *egresos* ( $C_t$ ) son descontados al *costo de oportunidad* ( $r$ ) sobre el *plazo de ejecución del proyecto* ( $t_p$ ).

Por su parte de ocurrir desplazamientos en el tiempo ( $\Delta t$ ) o en el costo ( $\Delta C$ ) esta expresión pasa a ser (Ec. 2):

$$NPV_a = \sum_{t=t_p+\Delta t}^{t=\infty} \frac{I_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t=t_p+\Delta t} \frac{C_t + \Delta C_t}{(1+r)^t}$$

Ec. 2

Esta expresión permite ver que cuando el costo o el tiempo se incrementan el valor del proyecto se deteriora a ingresos constantes. Por su parte cambios en el riesgo del proyecto provocan el incremento del costo de oportunidad y por lo tanto deterioran tanto la contribución de los ingresos como los egresos al valor del proyecto.

Harrison <sup>(Harrison, et al., 2001)</sup> discutió como la diferencia entre la incertidumbre en los resultados de un proyecto de software a partir de los enfoques metodológicos influencia el riesgo del proyecto y por lo tanto debería reflejarse mediante cambios en los costos de oportunidad a los cuales se descuentan los flujos de fondos.

En rigor, dos organizaciones que operan a distinto nivel de riesgo deberían descontar sus proyectos a costos de oportunidad diferentes reflejando este hecho; sin embargo en la práctica las organizaciones tienden a descontar sus proyectos al costo de oportunidad de la industria en la que operan sin considerar el riesgo introducido en los resultados por la metodología de software que aplican para implementar sus proyectos. Es por lo tanto necesario considerar en esta formulación el riesgo por la vía de la incertidumbre en los resultados en vez de hacerlo por el costo de oportunidad.

## 2.2 Influencia de SEI-CMMI™ en la certidumbre

En un artículo ampliamente citado Lawlis <sup>(Lawlis, 1995)</sup> estudió el comportamiento de organizaciones de diferente nivel de madurez y concluyó que una de las principales características de las organizaciones que aplican criterios de madurez consistentes con niveles 2 y 3 del modelo de referencia SEI-CMMI™ (entonces SEI-CMM™) radicaba en la mayor predictibilidad de sus resultados.

Los resultados se miden en términos del *Cost Performance Index* (CPI) y el *Schedule Performance Index* (SPI) que se definen como (Ec. 3 y Ec. 4)

$$CPI = \frac{\text{Costo Presupuestado}}{\text{Costo Real}}$$

Ec. 3

$$SPI = \frac{\text{Calendario Presupuestado}}{\text{Calendario Real}}$$

Ec. 4

Los valores inferiores a 1 de estos índices indican que la performance fue inferior a la presupuestada (se gastó o tardó más, o ambas) mientras que los valores superiores a 1 indican una performance mejor a la planeada (se gastó o tardó menos, o ambas).

Los datos de campo, cedidos para este esfuerzo de investigación y posteriormente utilizados en este artículo, permiten capturar las distribuciones de los distintos valores que adoptan el CPI y el SPI de múltiples proyectos abordados por distintas organizaciones en este ejemplo que se tomará en primera aproximación como representativo de la industria.

	CPI		SPI	
	Baja	Alta	Baja	Alta
Madurez				
Promedio	0.90	0.97	0.90	0.98
Desvío Standard	0.21	0.16	0.17	0.04
Mínimo	0.31	0.59	0.30	0.84
Máximo	1.08	1.63	1	1.03

Tabla 1 Distribución de CPI/SPI según madurez [Lawlis1995]

A los efectos del análisis los resultados de las organizaciones con niveles de madurez equivalentes a SEI-CMMI™ Nivel 2 y 3 no son significativamente diferentes y se agrupan bajo el concepto “Alta Madurez” mientras que las organizaciones que no aplican formalmente metodologías se las denomina de “Baja Madurez” las principales características de las distribuciones obtenidas pueden verse en la Tabla 1.

Las organizaciones más maduras tienden a entregar resultados más próximos a los planeados (índices más cercanos a 1), con menor dispersión de valores, con menor excursión a los límites desfavorables y mayor excursión a los límites favorables.

### 2.3 Valuación por opciones reales

Las opciones son instrumentos de evaluación financiera que reflejan el valor inherente a la capacidad de operar en un contexto de incertidumbre y cambiar los resultados de un determinado proyecto mediante decisiones de gestión activa sobre el. Las opciones son típicamente caracterizadas por su *valor inicial* (spot price), su *valor de ejercicio* (strike price), el *tipo de opción*, el *término* sobre el cual tiene validez y cuando son ejercitables *solo al final* (europea) o en *cualquier momento* de su término (americanas) entre otras.

Las opciones son usualmente definidas según la característica de la flexibilidad otorgada por su ejecución; típicamente serán relevantes para los procesos de construcción de software las opciones que nos permitan abandonar un proyecto, crecerlo, reducirlo, contratar o realizar elecciones de gestión en general.

Las opciones reales tienen valor cuando hay incertidumbre en los resultados y esta incertidumbre afecta los resultados de performance, existe cierta flexibilidad para gestionar los factores bajo incertidumbre a partir de acciones posibles y existe un ejercicio racional de las decisiones. En el análisis realizado en este artículo será de interés concentrar la atención en el strike price el que representará el valor neto para la organización de las opciones modeladas.

Es importante diferenciar en el análisis de opciones la noción de riesgo, el cual consiste en la distribución de probabilidad de los distintos resultados posibles de la noción de incertidumbre que se trata de la falta de confianza en obtener los resultados (Hung & So, 2010).

Cuando la incertidumbre se elimina del proyecto la valuación de las opciones tiende a cero y el valor global del proyecto tiende al pronosticado por métodos como el NPV.

Black y Scholles (Black & Scholes, 1973) en su ya clásica formulación fundacional del campo propusieron la forma de evaluar el valor entregado por una opción financiera; este método puede ser

extendido al campo de opciones reales visualizar el proceso de creación de software como una actividad de inversión estratégica susceptible de ser modelada según un paradigma de opciones. El modelo de Black-Scholles ofrece instrumentos para analizar el valor de opciones cuando el sujeto bajo modelado se trata de un proceso continuo donde las decisiones pueden tomarse en periodos infinitesimalmente pequeños; si bien puede asemejarse el proceso de gestión diario a esta situación es preferible en una primera aproximación como la intentada en este artículo mantenerse en intervalos de tiempo discretos tales como los que operan a nivel de los sprint individuales.

En tal caso se considera más adecuado el uso de métodos discretos de cálculo como el ofrecido por el *método de Lattice* (Mun, 2002) con una estructura como la mostrada en la Figura 2.

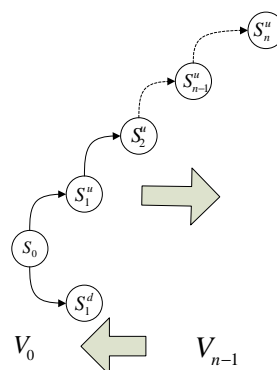


Figura 2 Arbol binario de decisión (Lattice)

Mediante su uso se calculará en forma recursiva el *Valor de Opción Real* (OPV por su sigla en inglés Option Pricing Value) que será en definitiva el valor total aportado al proyecto mediante la gestión a partir de los mecanismos de opciones estudiados. Para su cálculo se empieza por trazar un árbol binario de decisión donde en cada nodo es posible tomar decisiones o ejercer opciones. En el caso de SCRUM estos hitos se corresponden con los planeamientos al cabo de cada sprint. En cada nodo del árbol binario de decisión se calcula el *valor ascendente* (u) y el *valor descendente* (d) mediante (Ec. 5, Ec. 6, Ec. 7 y Ec. 8).

$$\text{Ec. 5} \quad S_{i+1}^u = u \cdot S_i$$

$$\text{Ec. 6} \quad S_{i+1}^d = d \cdot S_i$$

$$\text{Ec. 7} \quad u = e^{\sigma\sqrt{\delta t}}$$

$$\text{Ec. 8} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\delta t}} = \frac{1}{u}$$

$$p = \frac{e^{r_f \delta t} - d}{u - d}$$

Ec. 9

Donde el *periodo considerado* ( $\delta t$ ) es la escala de tiempo discreta del ejercicio, la *tasa de retorno sin riesgo* ( $r_f$ ) el componente del premio por tiempo en el costo de oportunidad y la *volatilidad del proceso* ( $\sigma$ ) una magnitud a dimensional que permite introducir el grado de incertidumbre en el que el opera el proyecto y cuya magnitud es preliminarmente.

Una vez finalizado el cálculo del valor de todos los nodos finales se produce la *retro propagación* de los mismos mediante el cálculo recursivo (Ec. 10) para obtener el valor residual de la opción en cada nodo de decisión ( $V_i$ ).

$$\begin{aligned} V_{n-1} &= S_n - S_0 && \forall S_n - S_0 \geq 0 \\ & && y \\ V_{n-1} &= 0 && \forall S_n - S_0 < 0 \end{aligned}$$

Ec. 10

Los restantes nodos culminando en el raíz ( $i=0$ ) se calculan mediante (Ec. 11)

$$V_{i-1} = (pV_i^u + (1-p)V_i^d)e^{-r_f \delta t}$$

Ec. 11

El valor de la opción será el que se encuentre al nodo raíz del árbol binario al finalizar el cálculo ( $V_0$ ), el que recibirá el nombre de *Option Price Value* (OPV).

La metodología SCRUM permite plantear los principales ingredientes de la valuación por opciones. El trabajo es en principio priorizado en lotes (sprints) de tal manera que al hacerlo se crean opciones de *diferimiento*. Por otra parte se despliega un método riguroso mediante el cual entre sprints sucesivos se puede reflexionar sobre el valor de continuar en una determinada dirección, alterar las pautas de diferimiento o cancelar el resto del proyecto (opción de *diferimiento/abandono*). Si bien la gestión diaria por medio de reuniones SCRUM otorga flexibilidad e intervenciones adicionales estas no son consideradas en esta primera aproximación a la formulación del valor porque se las considera equivalentes a las decisiones de gestión de cualquier otro proyecto de software ejecutado con otros enfoques.

Es legítimo considerar el valor de las opciones creadas por la metodología empleada como parte del valor global del proyecto; al hacerlo tenemos entonces que la metodología nos permite obtener una expresión del *valor total expandido* (eNPV) dado por (Ec. 12):

$$eNPV = NPV + OPV$$

Ec. 12

Donde el factor de OPV se agrega al NPV naturalmente estimado para el proyecto por instrumentos financieros más convencionales. De esta forma el uso de una metodología ágil rigurosamente aplicada aporta valor a un proyecto representado en este modelo por las dos fuentes de valores diferentes y complementarios.



Por un lado al disminuir el riesgo del proyecto y por lo tanto maximizar la creación de valor, efecto capturado como variación en el NPV respecto al valor planeado; y por el otro permitiendo capturar en condiciones de incertidumbre y volatilidad la mayor cantidad de valor posible a partir de las decisiones individuales durante la ejecución del proyecto.

### 3 Modelado

A modo de validación del planteo se analizarán los resultados esperables por dos organizaciones ejecutando un mismo proyecto de software originalmente planeado en similares magnitudes de esfuerzo (costo), calidad requerida, funciones y tiempo.

Una organización, denominada de “*Baja Madurez*” se asume que utiliza una metodología ad-hoc sin mapeo consistente con mejores prácticas en un esfuerzo consistente y indiviso al cabo de un tiempo representativo de la duración planeada típica de un proyecto de software y siendo su performance reflejada en la distribución de CPI/SPI obtenible según lo indicado en Tabla 1.

La otra organización, denominada de “*Alta Madurez*”, se asume utilizando en forma rigurosa SCRUM mediante la priorización de requerimientos en varios sprint sucesivos de una duración aproximada de un mes cada uno. Posteriormente se discutirán pasos para la generalización de este modelo y los límites que estos supuestos ponen a las conclusiones.

El *Valor Presente Neto Actual* ( $NPV_a$ ) para cada caso estará determinado mayormente por el modelo de costo dado por la (Ec. 2) sobre la que operando:

$$C_t + \Delta C = \frac{C_p}{CPI}$$

Ec. 13

Y

$$t_p + \Delta t = \frac{t_p}{SPI}$$

Ec. 14

Por reemplazo a partir de las (Ec. 2, Ec. 13 y Ec. 14) se obtiene la Ec. 15

$$NPV_a = \sum_{t=t_p/SPI}^{t=\infty} \frac{I_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t=t_p/SPI} \frac{C_t/CPI}{(1+r)^t}$$

Ec. 15

Los costos y los ingresos son en principio arbitrarios y dependientes de las características de cada proyecto, pero a los efectos del modelado se apela a una representación normalizada de forma que los costos se agrupan como su valor futuro ( $VF(C_t)$ ) descontados al momento de la finalización del proyecto.

Por otra parte, típicamente los ingresos serán un flujo prolongado en el tiempo a partir de la disponibilidad del software, pero para simplificar el modelo se los supone representado por un único flujo de *Ingreso Futuro* ( $I_F$ ) en la finalización del proyecto ( $t=t_p/SPI$ ) equivalente al valor

presente a ese momento de todos los flujos futuros descontados al costo de oportunidad que la organización elija como representativo de su perfil de inversión.

Las magnitudes de los ingresos y los costos pueden variar profundamente entre distintos proyectos; pero en este modelo simplificado se toman como iguales y relacionados por un factor de  *margen de ganancia*  (GP) en el instante final del proyecto ( $t_p/SPI$ ). Esto configura un marco conservador donde se asume que se opera sobre la condición de viabilidad financiera de NPV al menos cubriendo las expectativas de retorno extraordinario por encima del premio por riesgo y tiempo del dinero invertido.

Dado que entonces

$$VF(C_t) = I_F(1 - GP)$$

Ec. 16

En (Ec. 15) reemplazando la (Ec. 16) y normalizando los ingresos obteniendo (Ec. 17)

$$\frac{NPV_a}{I_F} = \frac{1}{(1+r)^{t_p/SPI}} - \frac{(1-GP)}{CPI(1+r)^{t_p/SPI}}$$

Ec. 17

La diferencia en el cálculo para las organizaciones de diferente madurez vendrá dada entonces por las respectivas distribuciones de CPI y SPI.

Los principales resultados serán las distribuciones relativas de NPV como comparación entre organizaciones de diferente madurez y en el caso de la organización de mayor madurez utilizando SCRUM cuales son preliminarmente los valores de OPV que se derivan de las opciones reales derivadas del uso de la metodología ágil.

Para comparar como la incertidumbre en la ejecución se utilizará como figura de mérito la  *variación del NPV*  (dNPV) durante la ejecución respecto al valor planeado al comienzo del proyecto es decir:

$$dNPV = \frac{NPV_a/I_F - NPV_p/I_F}{NPV_p/I_F}$$

Ec. 18

Respecto al valor creado de las opciones será útil obtener la  *magnitud relativa del valor aportado por opciones*  ( $\kappa$ ) del OPV respecto al NPV de forma de tener una idea preliminar de la magnitud del aporte de valor de la gestión durante el proyecto, esta magnitud vendrá reflejada por la (Ec. 19)

$$\kappa = \frac{OPV}{NPV_a}$$

Ec. 19

Este valor ayuda a comprender en términos relativos cual es la proporción en la que la flexibilidad y acciones de gestión incorporados por la metodología ágil contribuyen al valor del proyecto.

## 4 Ejecución del modelo

El modelo como una simulación por el método de MonteCarlo del cual se obtendrán probables distribuciones de los resultados.

A los efectos de la simulación se toman distribuciones en rangos razonables de las variables de relación de ingresos futuros a NPV ( $NPV/I_F$ ) y margen de ganancia, obtenidos mediante proyectos con una duración de proyecto nominal ( $t_p$ ) de 5 meses, un costo de oportunidad ( $r$ ) con una distribución entre un 13 y 20% anual efectivo y una tasa libre de riesgo ( $r_f$ ) del 1% anual.

Un elemento crucial necesario para la ejecución del modelo es estimar la volatilidad, la cual es estimada mediante el *método del punto fijo* (Mun, 2002) a partir de considerar la variación de los valores netos obtenidos entre cinco simulaciones sucesivas de escenarios relacionados con la organización de “alta madurez” normalizado al período de simulación lo que da como resultado  $\sigma=0.26$ .

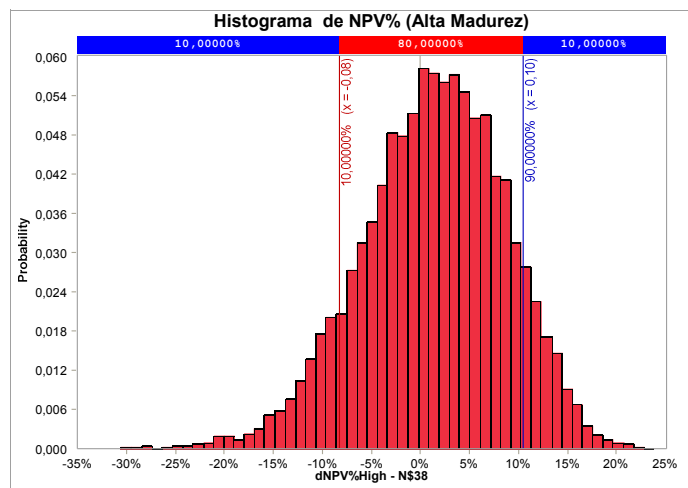


Figura 3 Distribución de desvíos en NPV para organización de alta madurez

Los resultados de la ejecución del modelo serán entonces distribuciones de las variables de interés, esto es la variación de valor presente neto (dNPV) y la magnitud del valor aportado por las opciones al proyecto ( $\kappa$ ).

La primer cuestión a estudiar será las diferencias entre la organización madura y la que no lo es en términos de los posibles valores del dNPV que son esperables.

En las Figura 2 y Figura 4 puede observarse que la mejor certidumbre en la ejecución de la organización más madura y como se traduce en un mejor perfil de valor. Debido a la menor dispersión de sus valores respecto al objetivo planeado representa un riesgo mucho menor y por lo tanto mayor valor. Por lo tanto la utilización de SCRUM de sostenerse todas las premisas sobre la equivalencia directa de su aplicación a la satisfacción de objetivos del modelo de calidad SEI-CMMI <sup>TM</sup> tal como lo indican los aportes bibliográficos conduce directamente a la creación de valor para la organización por el mecanismo de permitir preservar mejor el valor del proyecto.

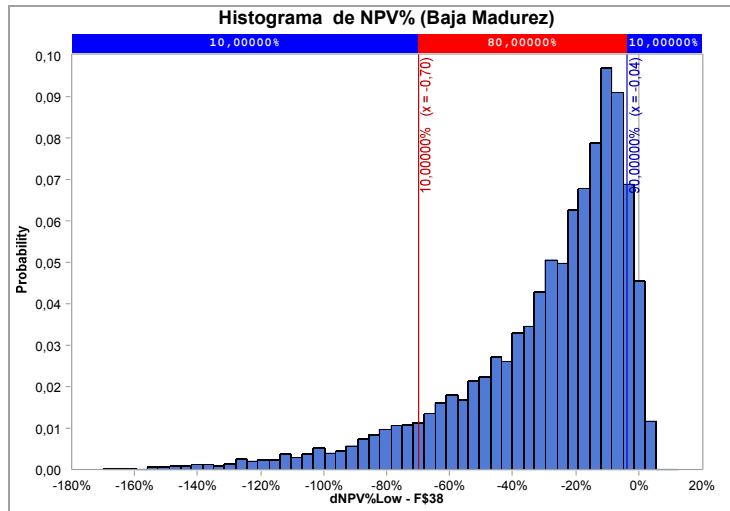


Figura 4 Distribución de desvíos en el NPV para organización de baja madurez

Por su parte al evaluar mediante la distribución del factor  $\kappa$  (Figura 5) es posible observar que hay un aporte neto de valor, y que este es significativo, por el mecanismo de opciones reales al utilizar SCRUM. Total.

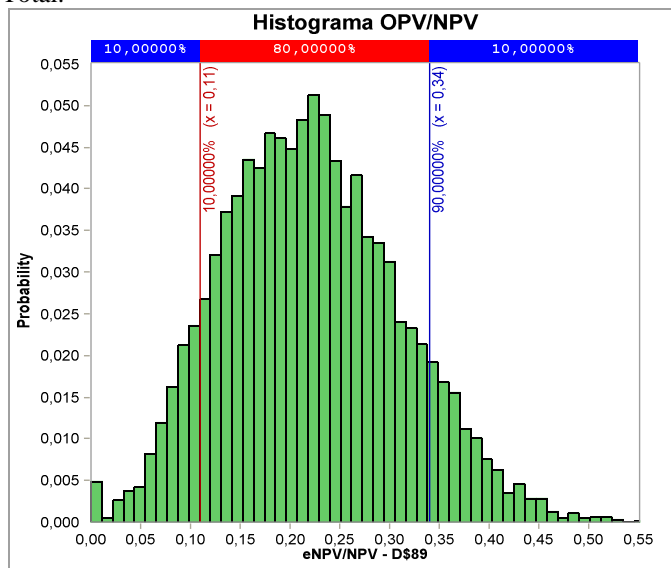


Figura 5 Distribución de OPV/NPV

Esta simulación se realiza con propósitos de validación del modelo con un número fijo de sprints, queda como actividad ulterior evaluar la relación entre el número de sprints y el comportamiento del valor aportado por las opciones. Sin embargo es posible especular que en la medida que el número de sprints se reduzca se tenderá a disminuir las opciones disponibles y por lo tanto el valor creado por las mismas.

Por el contrario al aumentar el número de sprints aumenta el valor creado por las opciones pero también se incrementan los costos fijos para instanciar cada sprint con lo que seguramente operará un mecanismo de equilibrio que deberá explorarse con mayor cuidado para determinar el número óptimo de sprints para cada proyecto. Este equilibrio adquiere atractivo para su estudio como paso siguiente una vez que el mecanismo de creación de valor ha sido confirmado.

Al estudiarse en más detalle los factores que contribuyen al factor  $\kappa$  mediante un gráfico de tornado (Figura 6) donde se observa las dependencias sistémicas con las variables independientes del modelo. Puede en el observarse que la contribución de valor proveniente de la flexibilidad y la gestión se incrementa cuando el margen de ganancia y el costo de financiamiento se hacen mayores y disminuye cuando la organización es capaz de ser más predecible en sus resultados.

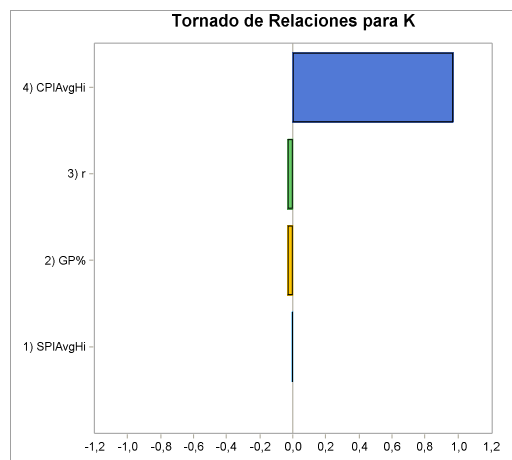


Figura 6 Gráfico Tornado influencia de variables independientes

#### 4.1 Amenazas a la validez

Hay varias cuestiones que es necesario tener presentes como amenazas a la validez de los resultados obtenidos. Quizás el principal es la conjetura basada en la experiencia que la aplicación de SCRUM implica obtener los beneficios de madurez consistentes con SEI-CMMI™.

La investigación futura debe ayudar a determinar la medida en que las acciones dentro de cada sprint se constituyen en fuentes de valor adicionales.

Se requiere investigación ulterior en la justificación empírica de que las organizaciones maduras obtienen beneficios mientras que las no maduras no lo hacen.

La hipótesis simple que el proceso de decisión puede asimilarse a un árbol binario se considera apropiada para un abordaje inicial del estudio del problema, pero es necesario enfatizar en el análisis sobre la posibilidad de utilizar otras configuraciones posibles de red de decisión.

Finalmente, el uso del trabajo de Lawlis como fuente muy referenciada de evidencia cuantitativa no debe alejarnos de recordar que es un trabajo de alguna antigüedad y referido al modelo SEI-CMM™, algo más limitado en sus alcances que el SEI-CMMI™, por lo que se debe perseverar en obtener información más actualizada de campo con la cual confirmar los resultados preliminares obtenidos en este artículo y considerar estos resultados como preliminares.

## 4.2 Conclusiones

El artículo despliega una fundamentación del valor obtenido por una organización cuando usa metodologías ágiles bajo SCRUM bajo la hipótesis, razonablemente sustentada, que al hacerlo obtiene los beneficios normalmente asociados a los niveles de madurez 2 y 3 del modelo de referencia SEI-CMMI™ en cuanto a la mejora del perfil de riesgo así como el valor derivado de las opciones reales que están implícitas en la flexibilidad de gestión que le metodología permite. Al utilizar técnicas de validación por simulación utilizando el método de MonteCarlo es posible observar cuales son las magnitudes provenientes de ambos factores que aportan al valor obtenido, así como que estas son distinguibles y diferenciables. Se utilizan datos de campo para obtener resultados cuantitativos indicativos de las magnitudes que son esperables y se utilizan para un análisis de riesgo utilizando técnicas estocásticas. Para formular el análisis fue necesario obtener valores preliminares de la volatilidad esperable en un proyecto de software cuya exploración en la bibliografía ha sido escasa, siendo un primer paso en el que habrá que perseverar con esfuerzos de refinamiento futuros.

Finalmente se concluye que siendo SCRUM una metodología de desarrollo fuertemente anclada en la entrega de productos y con una escala de inversión necesaria para su implementación relativamente reducida resultará de atractivo a organizaciones pequeñas induciéndolas al despliegue de prácticas maduras que eleven su performance y obtengan competitividad incluso en un contexto global de operaciones. No obstante es una aproximación a la realidad observada en la experiencia práctica el utilizar el mismo costo de oportunidad toda vez que este está definido por los activos subyacentes que el software habilita (que se presumen independientes del proceso de desarrollo de software) y no por el proceso de creación de software.

## 4.3 Trabajo Futuro

El trabajo futuro claramente debe abordar métodos para comprender mejor los factores que al presente constituyen una amenaza a la validez de forma de introducir factores en el modelado que actúen como compensadores. Por otra parte es necesario seguir evaluando el marco con datos provenientes de fuentes distintas para observar la existencia de sesgos o comportamientos diferenciales en proyectos implementados en otros contextos.

Finalmente es necesario perseverar en el entendimiento e implicancias en el valor de la utilización de la metodología SCRUM en ambientes distribuidos tales como los normalmente utilizados en entregas off-shore.

## Bibliografía

- Anderson, D., 2005. *Stretching Agile to fit CMMI Level 3*. Denver, Co, USA, Agile Conference.
- Banerjee, A., Narasimhan, B. & Kanakalata, C., 2010. *Experience of Executing Fixed Price Off-shored Agile Projects*. s.l., s.n.
- Black, F. & Scholes, M., 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*, V81(N3), pp. pp 637-654.
- Brealey R.A., M. S., 2010. *Fundamentos de Financiación Empresarial*. s.l.:McGraw-Hill. .
- Cohen, D., Lindvall, M. & Costa, P., 2004. An introduction to Agile methods. Volumen V62.

Erdogmus, H. & Favaro, J., 2002. Keep your options open: Extreme Programming and the Economics of Flexibility. *NRC Publications Archive*, Ch 43(Extreme Programming Perspective, Addison Wesley), pp. pp 503-552.

Erdogmus, H., Favaro, J. & Halling, M., 2005. Valuation of Software Initiatives under Uncertainty: Concepts, Issues and Techniques.

Favaro, J., 2003. *Value Based Management and Agile Methods*. s.l., s.n., pp. pp 16-25.

Favaro, J., 2004. *Efficient Markets, Efficient Projects and Predicting the Future*. 2004, LNCS 3092 Springer Verlag, pp. pp 78-84.

Fritzche, M. & Keil, P., 2007. Agile Methods and CMMI: Compatibility or Conflict?. V1(N1).

Glazer, H. y otros, 2008. *CMMI or Agile: Why not embrace both!*, s.l.: Software Engineering Process Management.

Hung, M. & So, L., 2010. *The Role of Uncertainty in Real Option Analysis*. s.l., s.n.

Hurtado Alegria, J. & Bastarrica, M., 2006. Implementing CMMI using a Combination of Agile Methods. V9(N1).

Lawlis, P. K. Flowe R. M, Thordahl J. B., 1995. A Correlational Study of the CMM and Software Development Performance. *Crosstalk*, Sept, pp. p. 21-25.

Maller, P., Ochoa, C. & Silva, J., 2004. Lightening the Software Production Process in a CMM Level 5 Framework". *IEEE Latin American Transactions*, V3(N1), pp. pp 15-22.

Manifesto, A., s.f. Manifesto for agile software development. Retrieved Feb,2012 <http://www.agilemanifesto.org>.

Marcal, A., de Freitas, B., Furtado Soares, F. & Belchior, A., 2008. Blending SCRUM Practices and CMMI Project Management Process Areas. *Innovations System Software*, pp. pp 18-29.

Mun, J., 2002. *Real Options Analysis, Tools and Techniques for Valuing Strategic Investment and Decisions*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Pikkarainen, M. & Mantyniemi, A., 2006. *An approach for using CMMI in agile software development assessments. Experiences from three case studies*. s.l., SPICE 2006 Conference.

Pikkarainen, M. & Passoja, U., 2005. *An approach for assessing suitability of Agile solutions: a case study*. s.l., s.n.

Rico, D. F., 2008. What is the ROI of Agile vs. Traditional Methods? An analysis of XP, TDD, Pair Programming and SCRUM (using Real Options). *IT*, Volumen 4Q'08.

Rico, D., s.f. *Strenghts and Limitations of Responsive and Agile Methods*. s.l., s.n.

Sauer, J., s.f. *Agile Practices in Offshore outsourcing- An analysis of published experiences*. s.l., s.n.

Schwaber, K. & Shuterland, J., 2011. *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum, The rules of the game*, s.l.: Scrum.org.

Shuterland, J., 20120. *Scrum Handbook*, Boston, USA: Scrum Training Institute Press ([www.scrumtraininginstitute.com](http://www.scrumtraininginstitute.com)).

Shuterland, J., Jakobsen, C. & Johnson, K., 2008. *Scrum and CMMI level 5 The magic potion for code warriors*. s.l., IEEE.

Turner, R. & Jain, A., 2002. Agile meets CMMI: Culture clash or Common cause. *XP/Agile Universe LNCS 2418*, pp. pp153-165.

Vishal, S. & Kishen, I., s.f. *Will Agile Methodologies work in offshore outsourcing?*. s.l., s.n.