

The background of the page features a large, faint, circular seal of the University of Buenos Aires. The seal contains a central emblem with a sun, a river, and a cityscape, surrounded by the text "UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES" and "FACULTAD DE INGENIERIA".

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Gestión de cartera de proyectos de software  
desde el punto de vista de la  
Teoría de las Restricciones y Cadena Crítica

- Critical Map -

Por

Pablo A. Wolfus

TESIS DE GRADO

Departamento de computación – Facultad de Ingeniería  
Buenos Aires, Julio de 2008

Supervisor, Lic. Sergio G. Villagra



# Índice

Índice.....	3
Agradecimientos .....	6
Primera Parte – Introducción .....	7
Capítulo I - Abstract .....	7
Capítulo II - Gestión de cartera de proyectos .....	12
Una breve recorrida histórica por la gestión de la cartera de proyectos.....	13
Problemática .....	14
Estrategia en la gestión de cartera de proyectos.....	17
Capítulo III – Teoría de las restricciones .....	20
Marco teórico.....	20
Estado actual .....	46
Segunda Parte - Desarrollo teórico .....	53
Capítulo IV - ¿Por qué no es suficiente? .....	53
Gestión de cartera de proyectos .....	54

---

Critical Chain Project Management.....	56
Capítulo V - ¿Con qué podemos empezar? .....	59
Metodología.....	59
Software .....	60
Capítulo VI - Critical Map – ¿cómo planificar?.....	61
Estrategia .....	62
Costos .....	67
Ratio Buffers .....	83
Capítulo VII - Critical Map – ¿cómo seguir y controlar?.....	91
Buffers .....	91
Resistencia al cambio.....	98
Tercera Parte - Desarrollo práctico .....	101
Capítulo VIII – Introducción.....	101
Capítulo IX - Arquitectura .....	103
Service Oriented Architecture.....	103
Microsoft Project .....	105
Microsoft Project Server .....	106
Microsoft .NET framework .....	109
Capítulo X - Software.....	111
Requerimientos de software base.....	111
Requerimientos mínimos de hardware.....	112
Descripción funcional .....	113
Capítulo XI - Demo .....	116
Cuarta Parte – Conclusiones .....	122
Capítulo XII - De la presente tesis .....	122
Capítulo XIII - Trabajos futuros.....	125
Bibliografía .....	126



# Agradecimientos

A mi familia, por el constante apoyo incondicional.

A Sergio, por su compañía, ayuda y aliento durante todo este período.

A Juan Gabardini, por sus valiosos comentarios y revisiones.

Gracias.

# Primera Parte – Introducción

## **Capítulo I - Abstract**

La herramienta comúnmente llamada Critical Chain o Cadena Crítica ya no resulta hoy en día desconocida para la mayoría de los profesionales del ámbito. Las ventajas en la utilización de esta metodología para la administración de proyectos resultan un foco de estudio para investigadores y una fuente de soluciones para aquellos en los que recae esta difícil tarea.

Critical Chain, como una clara herramienta para mitigar riesgos en los proyectos y como fuente de mejora del proceso de administración y con su esencia basada en la Teoría de las Restricciones, presenta como grandes hitos los de lograr una planificación estratégicamente pensada para acortar tiempos, mejorar el “time to

market”<sup>1</sup> y minimizar en la ejecución de los proyectos los efectos de síndromes indeseables, como por ejemplo, la “ley de parkinson”<sup>2</sup>, el “síndrome del estudiante”<sup>3</sup> y los aspectos negativos asociados a la ejecución de tareas “ASAP”<sup>4</sup>.

Además, Critical Chain lleva a la práctica un método concreto para aumentar la probabilidad de cumplir con los compromisos de tiempo, alcance y costo y propone un mejor manejo de las incertidumbres en las estimaciones, asimismo incorpora un sistema gráfico y útil, de control y seguimiento de lo planificado.

Por otro lado, la Gestión de la Cartera de Proyectos es uno de los procesos de misión crítica en las organizaciones de hoy en día hasta el punto de que autores como Maizlish y Handler sostienen que “*El fracaso en administrar eficientemente los proyectos de un modo repetible destruiría una compañía*” [Maizlish & Handler, 2005] pag. 23.

Se trata de una tarea simple en su formulación pero con una complejidad notable en su aplicación práctica. Se debe prestar especial atención y esfuerzo a lograr una cartera de proyectos balanceada y alineada con los objetivos estratégicos de la organización. ¿Pero con esto basta? la respuesta claramente es negativa. Existen varios aspectos que complican esta perspectiva aún más. Uno de estos factores es la dificultad que tienen las organizaciones en realizar un análisis certero y consiente de la capacidad que tienen para realizar los diferentes proyectos y fundamentalmente en incorporar con claridad a la cultura gerencial de la misma la “responsabilidad” a la hora de decidir el lanzamiento de un nuevo proyecto.

Otro factor a tener en cuenta, estrictamente relacionado con la presente tesis, resulta en la gran importancia de que este proceso de Gestión de Cartera de Proyectos incluya herramientas de seguimiento y control de lo planificado, y que sean tan útiles como simples y tan abarcativas como sintéticas. Deben proveer mecanismos para poder proteger las características fundamentales que confluyeron en la decisión estratégica adoptada y mantener visibles lo máximo posible sus variaciones.

---

<sup>1</sup> *Time to Market*: hace referencia al tiempo que transcurre para que un producto llegue efectivamente al mercado. Es una necesidad de cualquier organización controlar y acortar en lo posible este tiempo.

<sup>2</sup> *Ley de Parkinson*: enuncia que toda tarea se extenderá hasta ocupar todo tiempo que le fue asignada.

<sup>3</sup> *Síndrome del estudiante*: enuncia empíricamente el comienzo tardío de las tareas por la percepción errónea de que se podrá comenzar más adelante y finalizar sin inconvenientes.

<sup>4</sup> *ASAP (As Soon As Possible)*: acrónimo que hace referencia a que las tareas se hagan lo antes posible, impactando en ocasiones de manera desfavorable en el proyecto por el posible retrabajo al que conducirán.



Otro punto de contacto que amerita mención es la mitigación de efectos nocivos para la fluidez de la ejecución de los proyectos, como por ejemplo, los efectos de interferencia y propagación. El primero se refiere a la “molestia” que percibe un proyecto por el mero hecho de que el otro exista (baja su prioridad, recursos, etc.), mientras que el segundo se refiere al “acuse” de problemas en un proyecto como consecuencia directa de los problemas del otro. Estas dos “patologías” casi ineludibles en las organizaciones son un blanco al que apunta Critical Chain (facilitando la sincronización entre proyectos, previendo contingencias al compartir recursos, etc.) y también serán tratados para la Gestión de Cartera de Proyectos.

El problema central que busca resolver esta tesis reside en la dificultad propia del método que lleva a no poder realizar una eficiente administración de portfolio, la ausencia de herramientas claras para automatizar, aunque sea de manera parcial, esta administración y la falta de mecanismos y técnicas ingenieriles dentro de este ámbito excesivamente relacionado con la experiencia del que realiza ese trabajo y su conocimiento empírico-histórico sobre el tema.

La intención de profundizar en la investigación de áreas como la de Gestión de Cartera de Proyectos no es casual ni esporádica, existe una tendencia de intentar abordar con modelos concretos problemas que hasta ahora se resolvían con elementos conservadores e inclusive *ad-hoc*.

Otra arista del mismo problema es la necesidad de incluir un control regular sobre la planificación y sobre todo la planificación estratégica. En este ambiente las organizaciones en general se encuentran en un estado de inoperabilidad casi total. No se trata sólo de conocer las ventajas y la necesidad de realizar este tipo de estudios alineándose con los resultados, sino fundamentalmente de tener herramientas coherentes con el objetivo y personal que pueda ser capacitado para manejarlas y guiarse bajo estas herramientas a una mejora global de la organización.

Como cualquier otra técnica que resulte en un cambio cultural importante y que sea “métrica-exhaustiva”<sup>5</sup> también se deben considerar otros factores que incidirán en la implantación de la misma. Además, no sólo deben idearse modos de afrontar estos problemas sino también mecanismos para mitigarlos y así lograr una mejor transición e integración de la metodología. Este punto también se analizará en este trabajo para no perder de vista el foco y la factibilidad de lo que se intenta implementar.

---

<sup>5</sup> Métrica-exhaustiva: hace referencia a la necesidad continua de recabar información analítica.

La Teoría de las Restricciones, fundada en un campo principalmente industrial y orientado a la producción, está ganando día a día terreno en otros territorios como es el ejemplo de la Ingeniería de Software. Este avance no resulta extraño si se conocen los aportes que ha logrado su autor, *Eliyahu M. Goldratt*<sup>6</sup>, a la mejora de procesos y la manera tan nítida en la cual plasmó los problemas existentes debido a las restricciones en los sistemas y los pasos a seguir para explotarlos.

Varias técnicas surgieron de este importantísimo acercamiento a la mejora de procesos y también serán un blanco recurrente de esta investigación.

Actualmente la técnica denominada Critical Chain es estudiada y utilizada en la Ingeniería de Software (fue incorporada al PMBOK 2004) y ha logrado un concreto aporte a la mitigación de riesgos por la incertidumbre asociada a la planificación, al proceso de mejora continua, con el que la sociedad informática se ha comprometido desde hace varios años y fundamentalmente al control de la ejecución de los proyectos como un mecanismo central de protección y amortiguación contra contingencias inherentes a los sistemas que estamos estudiando.

Existe un modelo que escala de cierta forma la técnica original de Critical Chain (destinada a una organización cuasi-ideal de un único proyecto activo) a un mecanismo eficaz para el manejo concurrente de múltiples proyectos en una organización compleja. Esta adaptación llamada "Multiproject Critical Chain" será central y en gran parte aportará la base para lo pretendido en esta tesis.

El principal logro de esta tesis será, en base a lo expuesto, el escalar<sup>7</sup> aún más, el modelo de múltiples proyectos simultáneos utilizando Critical Chain. Este nivel superior del que se está hablando hace referencia al Plan de Sistemas de una organización de tecnología. Están incluidos dentro de este plan, el mapa completo de los proyectos planificados, los que se están ejecutando, y los *Roadmaps*<sup>8</sup> de productos, destacando fundamentalmente aquellos "Roads" que resulten estratégicos a la organización.

Esta investigación estará centrada en estudiar la forma en que se puede representar este plan de sistemas sin descuidar todas las dependencias, por más

---

<sup>6</sup> *Eliyahu M. Goldratt*, con grandes méritos en el campo de investigación de mejora de procesos y autor de la novela "The Goal" es el creador de La Teoría de las Restricciones.

<sup>7</sup> Escalar: cambiar de escala, redimensionar.

<sup>8</sup> *Roadmap*: hace referencia a la planificación estratégica de un determinado producto. (Versiones a lanzar, Funcionalidades a incorporar, etc.)

complejas que resulten, entre los proyectos simultáneos y aquellos que están previstos. Además, se estudiarán los mecanismos que pueden implementarse para proteger de la mejor manera, la restricción fundamental de cualquier organización que centre sus acciones en una estrategia clara y consistente: la cadena de proyectos que resultan estratégicamente esenciales para la misma.

El resultado de este trabajo será un método consistente de absorción de incertidumbre y mitigación de riesgos en lo que respecta a la cadena de proyectos más sensible de la organización y su control eficiente.

## **Capítulo II - Gestión de cartera de proyectos**

En toda organización, sin que medie su complejidad, existe una tarea inevitable que consiste en definir y demarcar el camino a corto o mediano plazo que la misma deberá seguir. La organización debe decidir entre numerosas alternativas y debe definir, ya sea con un proceso ordenado y consistente o uno *ad-hoc*, el uso de sus limitados recursos para lograr los objetivos que se propone.

En particular, en las organizaciones con un importante núcleo de IT, esto implica concretamente planificar el uso que se dará a los recursos para crear tecnología, fraccionando este esfuerzo en proyectos manejables y controlables.

Diversos estudios han demostrado que no existe una relación entre las ganancias que pueda obtener una organización respecto de su gasto en IT [Verhoef, 2002], de lo que se infiere que la mayor capacidad de gasto, mal administrada y simplemente respaldando la cuota necesaria para la ejecución de diferentes proyectos no asegura mejores resultados y tampoco consigue que los recursos sean usados eficientemente. La planificación de la cartera de proyectos consiste en poder elegir aquellos proyectos que resulten más convenientes y delinear su ejecución. La gestión de la cartera de proyectos agrega además la tarea de controlarlos. En conjunto, su misión es apañar los negocios que resulten más convenientes para la organización relegando aquellos que no lo fueran a un segundo plano.

En pocas palabras, la planificación de la cartera de proyectos es únicamente la presentación estática de parte de los objetivos de la empresa y resulta tan sólo el comienzo. Para que esta planificación resulte útil y beneficie a la organización, debe abandonar el plano teórico y debe ser tomada en cuenta y seguida como corresponde. Este accionar necesita ser controlado cuidadosamente para evitar desvíos que distorsionen lo planificado. De la misma manera, los riesgos deben ser identificados, medidos y tenidos en cuenta. Esta es la gestión de la cartera proyectos.

## ***Una breve recorrida histórica por la gestión de la cartera de proyectos***

A lo largo de los años, los aportes de varios autores fueron relevantes para la gestión de cartera de proyectos o *Portfolio Management*, pero algunos resultaron fundamentales para la disciplina, entre ellos los siguientes: [Federal CIO Council, 2002]

1952 – El concepto de portfolio management gana una nueva dimensión. La disciplina hasta el momento incluía un análisis trivial de los proyectos de inversión sin integrarlos. Se buscaba aquellos que rindieran al máximo con el mínimo riesgo y eso determinaba el portfolio. Los conceptos introducidos por el Dr. Harry Markowitz con su Modern Portfolio Theory [Markowitz, 1952] revolucionaron el campo e introdujeron el concepto de “retorno óptimo” de un portfolio de inversiones. Ya no se buscaba simplemente minimizar el riesgo en todas las inversiones, sino que se intentaba lograr un balance entre riesgos y altos beneficios para concluir en un portfolio equilibrado cuyo resultado medio sería el mejor que se pudiera haber logrado. Esta técnica revolucionó principalmente al mercado financiero y no es sorprendente que 38 años más tarde, le valiera al Dr. Markowitz su premio Nóbel.

1981 – Debido al gran crecimiento que alcanzaba la industria de IT durante esta época, comenzó a ser necesario implementar procesos de mayor complejidad en las distintas fases del negocio. Es por esto que F. Warren McFarlan estudió la aplicación de la ya desarrollada teoría de Markowitz al ambiente IT y bajo la tutela del Harvard Business School [w3harvard] volcó sus conclusiones en la publicación “Portfolio Approach to Information Systems”. [McFarlan, 1982]

Desde la década de los 80, la disciplina fue ganando terreno e importancia debido a la integración de los negocios y la obligación por parte de las empresas de diversificar su portfolio y arriesgar en la medida justa en un mercado cada día más competitivo. En los últimos años, se le ha dado especial énfasis al Portfolio Management por el surgimiento de otras metodologías y especificaciones de procesos que la incluían. Conceptos como Calidad, Niveles de madurez, PMO, etc. obligaron a las organizaciones a adoptar técnicas definidas de administración de portfolio.

## **Problemática**

La problemática es simple en su enunciado pero extremadamente compleja en su tratamiento. ¿Cómo organizo mis limitados recursos para maximizar el nivel de cumplimiento de mis objetivos? ¿Cómo logro materializar lo planificado? ¿Cómo mido y controlo el cumplimiento y de qué forma reacciono ante posibles desvíos? Estas son las preguntas que atormentan día a día a los miembros de la alta gerencia y que resumen la problemática planteada desde la misma naturaleza de la organización.

**¿Cómo organizo mis recursos limitados para maximizar el nivel de cumplimiento de mis objetivos? – Cartera de proyectos** En una entrevista realizada por la revista CIO a ciertos referentes del mercado, una frase de Ron Kiefer, vicepresidente de gestión de programa de DHL, acerca de su experiencia en otras organizaciones puede resumir el caos existente en varias de las mismas: “No contaban con un proceso definido para analizar propuestas de proyectos; los proyectos eran recomendados en su mayoría por los vicepresidentes de cada área de negocio. Ellos intentaban realizar muchos más proyectos de los que su capacidad les permitía. Los malos proyectos \*exprimían\* a los buenos” [Datz, 2003]. Vale aclarar que el contexto en que se expone esta última frase nos muestra que el significado de “exprimían a los buenos” no se refiere a que sacaban lo mejor de ellos sino que los estorbaban y quitaban sus recursos. “Los malos proyectos opacaban a los buenos”, “los malos proyectos interferían con los buenos” pueden ser aproximaciones más precisas a esta idea.

**¿Cuáles son los malos proyectos?** o si el lector prefiere, **¿Cuáles son aquellos proyectos que resultan buenos para la organización?** Esta es la primera pregunta que se debe formular. Para que el responsable de decidir el destino de los recursos pueda abordar esta pregunta, debe tener un marco de referencia para evaluar los proyectos y analizar su conveniencia contrastándola con los objetivos planeados. Esto no es una tarea menor. Los objetivos pueden resultar de alguna manera contradictorios entre las diferentes áreas de negocios y su subjetiva interpretación, por parte de la gerencia superior, agregaría un factor adicional de distorsión. Para contrarrestar estos efectos, debe existir un proceso definido de evaluación

de los proyectos y su alineación con los objetivos de la empresa. (La relación con la estrategia organizacional se verá más adelante)

### **¿Cómo es que los malos proyectos interfieren con los buenos?**

En primer lugar, la elección de ejecutar malos proyectos probablemente haya quitado recursos a los buenos proyectos, pero ésta puede no ser la única razón de la interferencia. Los proyectos no son entidades cerradas que no se ven afectadas por el exterior y que no afectan a otros. Son entidades vivas que interactúan constantemente, por lo que el fracaso de un mal proyecto (que podría haberse evitado simplemente impidiendo su ejecución) posiblemente impacte en otros más interesantes.

**¿Cómo logro materializar lo planificado? – proceso consistente para el cumplimiento de la cartera de proyectos.** La planificación de la cartera de proyectos es el comienzo de la disciplina, esta planificación debe estar sustentada por un proceso definido, claro y consistente que provea todas las pautas necesarias para su puesta en acción. Existen varias razones por las cuales esta práctica puede fallar y en su gran mayoría se deben a fallas en la definición del proceso que la sostiene.

Estos son algunos de los problemas que pueden interferir con los esfuerzos de Portfolio Management que deben ser considerados en el armado del proceso: [Maizlish & Handler, 2005]

- Falta de apoyo institucional al proceso.
- Falta de recursos capacitados, falta de asignación concreta de tiempo de recursos específicos.
- Resistencia al cambio – lucha contra la cultura de la organización. Falta de comunicación, entrenamiento y motivación para facilitar la transición.
- Métodos o herramientas demasiado complicadas y engorrosas. Se debe buscar un soporte ágil al proceso compatible con el funcionamiento normal de la empresa.
- Falta de sentido global en los integrantes de la empresa,
- Confiabilidad y precisión del portfolio dudosas. El portfolio será tan confiable como la información que sustentó su construcción.

Especial atención en la confiabilidad de los datos y la responsabilidad de su uso.

- Excesiva automatización del proceso. El hecho de automatizar y soportar con herramientas el proceso de portfolio management no debe conducir a dejar de lado el sentido común y el análisis estratégico constante de lo que se está haciendo.
- Aglomeración de las prácticas de portfolio management en un grupo reducido de integrantes de la organización.
- Modelo de portfolio management inadecuado para la organización. Puede resultar incompatible debido a la naturaleza propia de la empresa, condiciones especiales que la rigen o cuestiones de escala. Esto implica un constante mantenimiento del proceso para evitar que en el paso del tiempo se vuelva obsoleto ya que la organización está en constante metamorfosis.

**¿Cómo controlo el cumplimiento y de qué forma reacciono ante desvíos? – Gestión de la cartera de proyectos.** Esta pregunta es la más sencilla de responder y la más difícil de aplicar. En primera instancia y para que se pueda hablar de control, el proceso debe ser visible y debe poder ser medido. Estas métricas deben sintetizar los objetivos planteados en la planificación y deben mantenerse y analizarse con regularidad, siendo la base de conocimiento para el constante timoneo de la organización hacia su meta. Además, deben existir otras mediciones, no sobre los objetivos del proceso, sino sobre el proceso en sí. Se deben poder reconocer los desvíos metódicos al proceso para actuar en consecuencia y como medida preventiva, se debe registrar y evitar todo impedimento que atente contra el cumplimiento del mismo, esto es:

- Controlando la eficiencia de los recursos, su capacitación y condiciones.
- Reviendo constantemente las políticas de la empresa y otros procesos para evitar que interfieran con el de portfolio management.
- Incentivando y premiando la aplicación exitosa de la disciplina.
- Facilitando casos de éxito y acciones comunes en los distintos escenarios que pudieran emerger.



Resumiendo, para que el proceso sea autosuficiente y sustente la gestión de la cartera de proyectos enteramente debe cumplir con ciertas características:

- Debe proveer herramientas confiables y claras para comunicar el estado del portfolio y sus componentes.
- Debe especificar métricas consistentes y reales para relevar durante la implementación de la disciplina.
- Debe especificar rangos aceptables para dichas métricas que deriven en el correcto cumplimiento y valores para los cuales se deben analizar medidas correctivas para retomar el rumbo perdido.
- Debe contener una guía táctica, alineada a la política de la empresa, de medidas preventivas y correctivas.
- Debe contener una guía estratégica que fundamente todas las decisiones resultantes de cualquiera de las etapas del portfolio management.

### ***Estrategia en la gestión de cartera de proyectos***

Respecto de su importancia, este punto debería haber sido el primero en mencionar al hablar de cartera de proyectos ya que resulta la pieza fundamental que da origen y sentido a esta disciplina. Esto no implica que cualquier organización deba emplear vastos recursos a la misma ya que su complejidad puede ir desde la simple “busquemos proyectos para generar ingresos y de esta forma poder mantener la estructura” hasta las más complejas y desafiantes.

Para ser más claro en este sentido: sin consideraciones estratégicas no existe una cartera de proyectos sino una simple sumatoria de los mismos.

Por lo general, la planificación estratégica además de no contar con una gran exposición y visibilidad tampoco resulta sencilla de justificar. Como muchos otros elementos en la vida de las organizaciones, la planificación estratégica no siempre puede mapearse en una relación directa a los objetivos y victorias conseguidas. No es fácil reconocer las bondades de la misma en forma concreta como así tampoco imaginar las problemáticas que se podrían originar sin ella.

Por esto, una buena forma de explicar su necesidad resulta en mostrar aquellos síntomas y consecuencias de una deficiente planificación estratégica: [Kendall & Rollins, 2003]

- Excesivo volumen de proyectos: la cantidad de proyectos que la organización ejecuta supera sus capacidades generando peleas sobre la disponibilidad de los mismos entre aquellos que los solicitan y aquellos que los administran.
- Constante cambio en las prioridades de los proyectos generando incertidumbre y reasignación de recursos. Las reglas del juego cambian constantemente y afectan desfavorablemente la ejecución de los proyectos.
- Falta de conciencia global para organizar la ejecución de los proyectos: el lanzamiento de un proyecto no depende de un conjunto de personas de la alta gerencia en forma comunicada sino individual. Muchos proyectos son lanzados sin la consideración de la disponibilidad de los recursos y su interferencia con otros proyectos.
- La organización se vuelve inestable e impredecible: la alta gerencia se queja frecuentemente que el sector operativo es lento e ineficiente. No hay una clara conciencia de en qué se está trabajando ni cómo se debe enfocar el esfuerzo.
- Las ideas o propuestas referentes a la estrategia de la empresa no llegan a concretarse o fracasan en el intento. No existe una visión colectiva y unificada sobre la estrategia de la empresa ni tampoco el compromiso sobre la misma.
- No existe un mapeo entre los proyectos planificados y los objetivos de la organización por lo que no se cuenta con esta información al tener que tomar decisiones y esto genera resultados impredecibles. (se podría llegar a cancelar un proyecto que genera muchos gastos más allá de que quizás resulta el proyecto más importante de la organización)
- La “estrategia” depende enteramente del senior management de la organización y cualquier cambio en la misma replantea todo el

comportamiento y accionar de la empresa generando un caos constante.

- No existe aprendizaje sobre los pasos o ideas estratégicas que surgen de manera esporádica. Las mismas no están documentadas por lo que no se puede demostrar ninguna relación causa efecto y la organización queda condenada a repetir los mismos errores y evitar inocentemente logrados aciertos.
- No existe una priorización en las ideas estratégicas por lo que queda a criterio de cada individuo que las quiera implementar el orden en que lo hiciere. De esta forma, el esfuerzo organizacional resulta deteriorado y se diluye al encarar tantos frentes simultáneos.

## Capítulo III – Teoría de las restricciones

*“Tell me how you measure me and  
I’ll tell you how I will behave.”  
Eliyahu M. Goldratt*

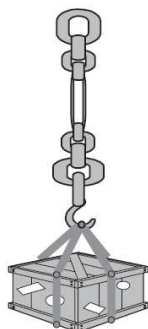
### Marco teórico

**Teoría de las Restricciones:** (*Theory of Constraints*) La teoría de las restricciones desarrollada por Eliyahu M. Goldratt describe el mecanismo con el que cualquier sistema puede ser mejorado constantemente focalizando este análisis de mejoras en las llamadas *restricciones del sistema*.

Goldratt señala que cualquier sistema productivo que se encuentra en un estado estacionario (esto es a nivel teórico solamente) está limitado en su capacidad (interpretando capacidad en su definición más abarcativa) debido a una única restricción que lo mantiene de esa forma. El planteo principal que presenta es el de identificar esa restricción y llevar a cabo las acciones necesarias para que deje de serlo.

Este proceso claramente tiene una connotación de continuo e iterativo en el tiempo. Luego de descubrir la restricción que evitaba la mejora y superarla, el sistema queda nuevamente limitado por una nueva restricción que a su vez será explotada y superada a su debido tiempo para continuar con el proceso de mejora.

Goldratt hace hincapié en comparar su teoría con una cadena. (Ver Figura 1) Plantea que el eslabón más débil de la cadena será el que determine su “capacidad” como cadena. Ese eslabón débil es la restricción del sistema y es aquel eslabón que se debe reforzar, relegando el resto del sistema a ese objetivo. Luego de reforzar ese eslabón, existirá otro que resultará el más débil del conjunto y será el destinatario del nuevo esfuerzo de mejora.



**Figura 1 – “Goldratt hace hincapié en comparar su teoría con una cadena”.** Fuente: Artech House

Debido a la alta complejidad de los agentes que interactúan en cualquier sistema real, esta aseveración puede llevarse al extremo y enunciar que una única (y sólo una única) restricción será aquella culpable de la limitación general del sistema por la simple condición de que dos agentes limitantes en un sistema real nunca podrían tener el mismo exacto efecto sobre el objetivo global. De esta forma el modelo se concentra y focaliza en una restricción y permite explotarla y mejorarla sin diversificar esfuerzos ni crear soluciones parciales.

El enunciar que el sistema se encuentra restringido por una única restricción no es un capricho ni un axioma sólo posible a nivel teórico sino una ley que debe tenerse muy en cuenta en la práctica. La restricción debe ser analizada desde el punto de vista global y no es escalable. El no ser escalable significa que no es lo mismo focalizar la búsqueda de la restricción en la totalidad sistema que hacer el mismo análisis de los subsistemas que la componen.

Para poder entender por qué este tema resulta tan importante y ver que no es simplemente escalable se puede tomar la siguiente situación de referencia. Uno tendería a creer que un proceso eficiente para mejorar un sistema sería el mejorar cada uno de sus subsistemas y hacerlos lo más eficientes posible. Esto, en cualquier sistema real es una falacia. No todos los subsistemas tienen el mismo impacto sobre el objetivo global (no todos los eslabones son igual de fuertes) por lo que el encargado de un subsistema podría desperdiciar esfuerzo y recursos en mejorar su subsistema y lograr la máxima eficiencia (un eslabón del mejor y más fuerte acero) y sin embargo no colaborar con el objetivo global ya que existe otro subsistema que es el que restringe al objetivo global (un eslabón de hierro oxidado). De esta forma se ve claramente que el esfuerzo general de mejora fue diluido entre varios objetivos y

que muchos de ellos no sólo no aportaron a la mejora sino que inclusive consumieron recursos.

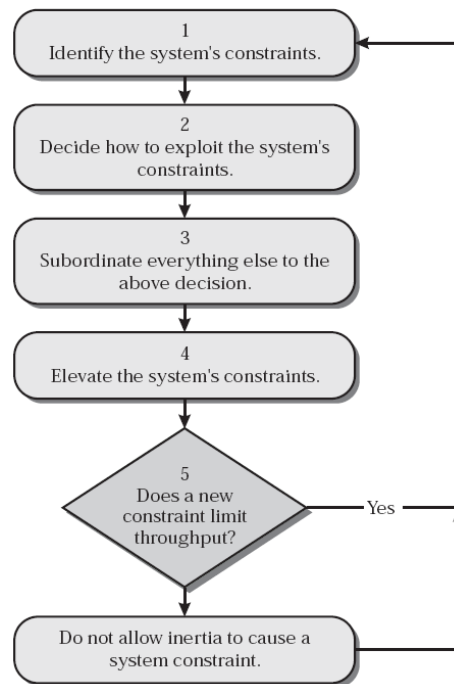
La teoría de las restricciones es fuertemente “*metrics-driven*”; Goldratt plantea incluso que “... *antes de poder lidiar con cualquiera de las áreas de un sistema, primero debemos definir el objetivo global del sistema y las métricas que nos permitirán juzgar el impacto que pueda tener sobre este objetivo global de cualquier subsistema y cualquier decisión aplicada.*” [Goldratt, 1990]

Un corolario de este aspecto es que se debe tener especial cuidado y poner mucho énfasis en la calidad de las medidas y orientarlas al máximo a los objetivos planeados y no buscar solamente su simplicidad. Antes de medir algo mal, mejor no medirlo, pero mucho mejor es medirlo bien. En Critical Chain Project Management [Leach, 2000] se demuestra este problema con un ejemplo muy claro:

Tomemos como ejemplo un call center. Una métrica común para analizar el rendimiento de este sector podría ser la cantidad de llamadas manejadas satisfactoriamente por unidad de tiempo siendo el mayor valor de la medida referente de un alto rendimiento. Por otro lado, el objetivo del área es claramente, además de atender gran cantidad de personas en poco tiempo para cuidar los costos, la satisfacción del cliente y la resolución de su problema. Supongamos que un operador atiende a un cliente importante que requiere gran cantidad de información y atención, claramente tendrá la disyuntiva de atender correcta y pacientemente al cliente para satisfacer sus necesidades de consulta o buscar terminar lo antes posible la conversación para mantener su promedio de tiempo del llamado y el estándar del sector. Si el sector es medido con lo propuesto, el operador claramente elegirá la segunda opción y esto afectará al negocio. Como vemos, el Principio de Incertidumbre de Heisenberg [w3wikiUncertaintyPrinciple] no se limita al estudio de la física cuántica.

Otro pilar fundamental de la teoría se refiere al “throughput” (o rendimiento de procesamiento) del sistema: Goldratt cuestiona a los modelos clásicos de producción y su tendencia de alentar la acumulación de inventario. Goldratt busca con su modelo de throughput evitar lo máximo posible los inventarios manteniendo un nivel mínimo como para no restringir al sistema por su falta. Este concepto se puede transportar al mundo IT, pero como veremos más adelante, deberá ser cuidadosamente estudiado al llevar el modelo a la escala pretendida.

Formalmente Goldratt ha definido 5 pasos para el proceso básico de mejora continua bajo TOC de la siguiente forma:



**Figura 2 – “Goldratt ha definido 5 pasos para el proceso de mejora continua bajo TOC”.** Fuente: Artech House

- Identificar la restricción: para poder comenzar una mejora en el sistema se debe encontrar el factor limitante para el objetivo global elegido. El punto, como se ha visto, es encontrar aquello que evita y retiene al conjunto de mejorar.
- Explotar la restricción: El paso siguiente a la identificación de la restricción es su análisis, delimitando sus causas, impactos, etc. y la búsqueda de la manera adecuada para contrarrestar su efecto.
- Subordinar todo a la decisión anterior: Este punto es crucial y busca focalizar los esfuerzos y guiarlos hacia una solución concreta y puntual sin desviar ni diluir atención o recursos.
- Elevar la restricción: este paso se refiere a la implementación de lo planeado. Se trata de llevar a cabo las acciones analizadas para intentar dejar sin efecto a la restricción. Esto traerá aparejadas inevitablemente resistencias al cambio y conflictos internos, más adelante se verá de qué forma debe ser encarada la transformación para combatir estos síntomas.
- Iterar el proceso: en este momento se debe analizar la restricción explotada y verificar que no se haya superado. En el caso de que las acciones logran minimizar el impacto de la restricción en nuestro objetivo global, se debe

volver al punto 1 para buscar la nueva restricción y de esta manera conformar el proceso de mejora continua buscado.

### **Critical Chain**

Una de las preguntas que se hizo el Dr. Goldratt fue si todos estos puntos eran aplicables a la administración de proyectos y muchos seguidores de esta teoría extendieron esta pregunta al ámbito del desarrollo de software. Aunque muchos fueron muy escépticos de los resultados (justificadamente debido a las enormes diferencias que mantienen los procesos de producción industrial – fuente y origen de la teoría – con los procesos de la informática) otros vieron el gran potencial de crecimiento que la teoría prometía a la planificación, ejecución y control de proyectos de desarrollo de software y decidieron estudiarla en profundidad y conciliarla con este tipo de proyectos.

Para aplicar la teoría, en primer lugar, se evitó estar supeditado a los actuales modelos y hasta lo contrario: fueron analizados con gran criticismo y desconfianza. Luego, se analizaron los procesos en cuestión en busca de conflictos y limitantes para poder finalmente concluir en aquellas restricciones que limitaban al sistema y explotarlas secuencialmente para lograr la mejora.

Los siguientes conflictos fueron los observados, producto de esta investigación:

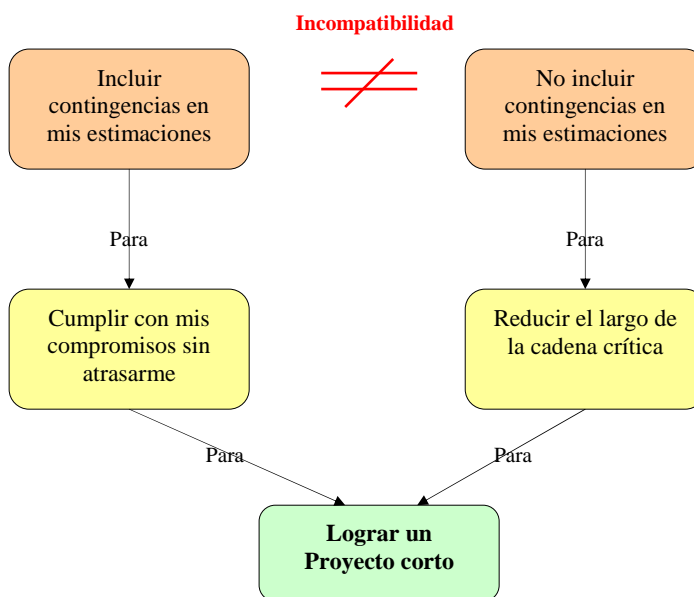
- Compromiso personal / global.

Existe una gran presión resultado de los agentes vendedores de las organizaciones (producto a su vez de la creciente competitividad en el mercado) de proponer proyectos más cortos y competitivos para ofrecer como ventaja. Estos proyectos deben ser dimensionados muy cuidadosamente: un proyecto medido en defecto podría llevar a su fracaso y pérdida del cliente (acciones judiciales, multas, etc.) y un proyecto medido en exceso podría resultar en una propuesta o pliego descartado por no ser competitivo. Esta es probablemente una de las tareas más difíciles de equilibrar: y el punto más débil es aquel responsable de estimar. Para que el proyecto logre su punto “ideal” y poder dimensionarlo correctamente aquella persona que estime el esfuerzo y recursos necesarios para completarlo (que



muy probablemente esté involucrada en su ejecución) no debe incluir contingencias en los tiempos medidos.

Como vemos en la siguiente figura, esta indicación no resulta trivial para quien la debe cumplir. Existe un conflicto que atenta la psicología del encargado de estimar y que puede resultar en un comportamiento completamente diferente según el que la realice.

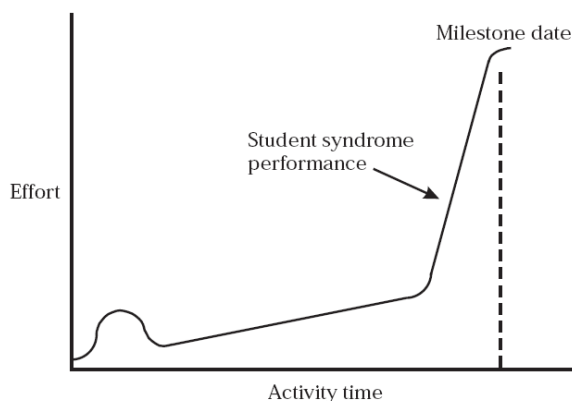


**Figura 3 – Posibles razonamiento para lograr un proyecto corto.**

Aquel que se encuentra estimando generalmente perderá su objetividad y tendrá en mente que luego él (probablemente) sea quien tenga que cumplir con los tiempos que está planteando, y eso no es todo, probablemente él será quien sufrirá una reprimenda en caso de que los mismos no sean cumplidos, por lo que claramente estará influenciado por su perspectiva (y experiencia) a agregar tiempos de contingencia para mitigar los riesgos de retrasar las entregas y de esta forma “cubrirse”.

- Síndrome del estudiante.

El síndrome del estudiante es otro de los factores negativos que afectan y limitan el éxito de los proyectos. Este síndrome es fácilmente observable siguiendo la traza de performance de un actor para cierta tarea y plazo asignados. (Ver figura)



**Figura 4 - Síndrome del Estudiante.**  
**Fuente: Artech House**

Empíricamente, fue demostrado, que al igual que los estudiantes, el nivel de esfuerzo va creciendo a medida que la fecha límite se va acercando con dos pendientes claramente definidas. La primer pendiente (leve) que muestra un esfuerzo creciente pero débil ya que “todavía hay tiempo” y la segunda (pronunciada) con un incremento sustancial (y obviamente estresante) ya que “ahora sí que queda poco tiempo, ¿llegaré?”.

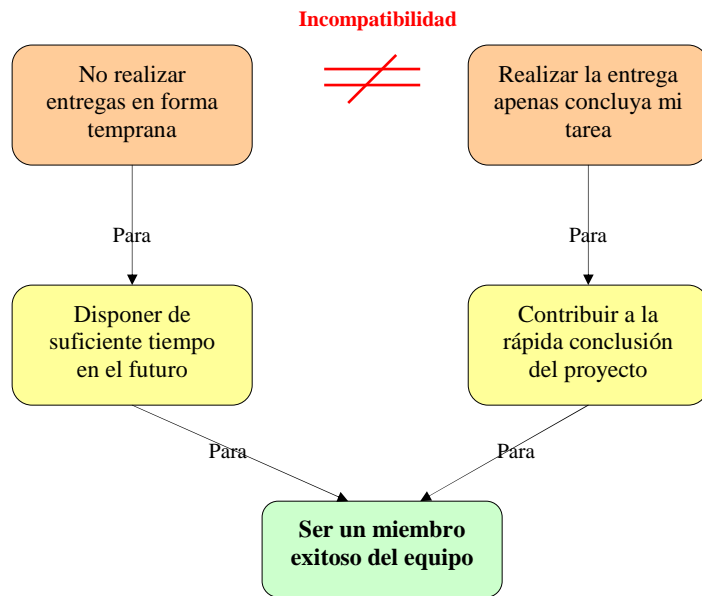
Antes de continuar con los conflictos descubiertos, hay un punto importante que se puede deducir de las últimas dos limitantes. La combinación de ambos arroja como resultado una baja probabilidad de que existan finalizaciones tempranas (*“early completions”*) en el proyecto. Esto es muy simple de explicar: si las tareas se estiman incluyendo una importante contingencia en las mismas (que al momento de ser incluidas servían como “medida de seguridad” sólo en caso de que el tiempo neto estimado no fuera suficiente) y por otro lado conocemos empíricamente que la tarea durará todo aquel tiempo que le fue asignada, prácticamente será imposible que el proyecto sea completado en menos tiempo del planificado, todo lo contrario, muy probablemente se atrase.

Otra razón que evita o limita terminar en forma anticipada las tareas es el concepto que tiene el recurso de que muy probablemente al terminar su tarea planificada y quizás todavía no estar preparada la próxima tarea a comenzar, se incluirán más y más requerimientos al

alcance que probablemente harán peligrar el cumplimiento del hito original o que podrían saturar al recurso con trabajo por lo que el mismo podría querer evitar terminar antes (o declarar la conclusión) justamente debido a este hecho.

- Credibilidad de la estimación.

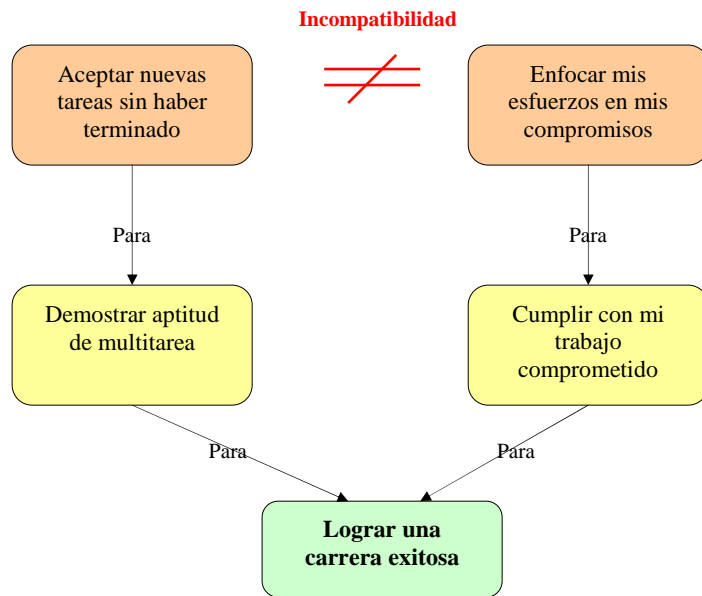
Un tema recurrente en las organizaciones donde las estimaciones se basan en la experiencia de sus empleados es qué tan confiable es la estimación e inmediatamente seguido a esto, qué credibilidad tiene aquél que la proyectó. El nivel de credibilidad favorecerá, teniendo en cuenta la política de la organización, a aquél que haya estimado históricamente las tareas cuya duración real haya coincidido con la planificada - ni más, ni menos. “Ni menos” – este es el punto clave que estamos analizando. Una estimación en defecto tiene consecuencias claras sobre el proyecto y es la que todos buscan evitar, pero una estimación en exceso tiene también efectos no deseados. Si aquellas tareas que fueron estimadas son completadas en forma anticipada (¡Bueno!) aquel que estimó será penado por su estimación en exceso (¡Malo!). Obviamente esto impactará en la mentalidad de esta persona y en el futuro tratará de hacer lo posible para que su estimación resulte lo más parecida posible a lo real. Esto tiene su efecto inmediato, en caso de que el que estima sea finalmente el que ejecute la tarea (algo muy común), que será que esta persona evitará terminar antes sus tareas, ya sea siguiendo el síndrome del estudiante o simplemente habiendo terminado anticipadamente, evitar exponer la conclusión de la tarea hasta tanto se cumpla la fecha predeterminada de finalización. Además (por si esto fuera poco), esta persona deseará alargar el trabajo para poder estimar de la misma forma en el próximo proyecto. Si terminara temprano, comúnmente le exigirían en el futuro que acorte sus estimaciones exponiéndolo a estimar por defecto.



**Figura 5 – Posibles razonamiento para lograr ser un miembro exitoso del equipo.**

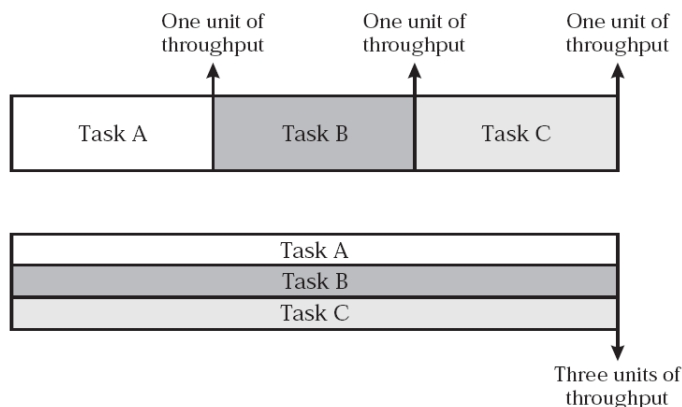
- Multitasking:

Otro problema al que se enfrentan diariamente los recursos de la organización es la exigencia de la multitarea. Podemos encontrar innumerables argumentos en contra de la multitarea pero sin embargo ésta existe y en la mayoría de las instancias hasta es premiada. Aquél recurso que “esté en todos lados” probablemente sea reconocido y premiado por dicha dedicación y sacrificio. Pero esto no hace más que traer efectos negativos a los proyectos. En primer lugar la productividad desciende considerablemente, los tiempos de pasaje entre una tarea y otra son tiempos perdidos y desperdiciados. En segundo lugar, esto genera un estrés importante en la persona que probablemente se exteriorice de diversas maneras, afectando su trabajo.



**Figura 6 – Posibles razonamiento para lograr una carrera exitosa.**

Como último factor, y uno muy importante, limita el throughput. Aquellas tareas que deberían tomarse, ejecutarse y finalizar en una medida de “throughput” terminan dilatándose por la multitarea y le evitan fluidez a la ejecución del trabajo. Como vimos anteriormente, idealmente un trabajo debe tomarse, enfocar todas las energías para completarlo y así “despacharlo” rápidamente. Aquéllos trabajos latentes no hacen más que limitar la performance del proyecto: evitan que otras tareas dependientes puedan comenzar, evitan reconocer riesgos en forma anticipada, generan estrés y alargan los tiempos de ejecución.



**Figura 7 - Mejora del Throughput.**

Fuente: Artech House

Otro aspecto que concluye finalmente en la multitarea es la planificación defectuosa. Esto puede deberse en gran medida a que la técnica más común utilizada para planificar los proyectos de mediana o alta complejidad usa el denominado camino crítico. El camino crítico es una excelente herramienta para conocer la inclusión de tareas y poder replantear la secuencia de las mismas para cumplir con los objetivos planeados. Pero esta herramienta cuenta con un defecto muy grande que se ha ido acentuando a medida que los sistemas se volvían más complejos y los proyectos crecían, hacían interactuar más personas y se volvían más dependientes de las habilidades y conocimientos de ciertos roles: no permite prever o planificar las tareas teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos únicos o roles específicos, o sea, no toma en cuenta la dependencias de recursos. Esta planificación “incompleta” probablemente traiga aparejada la necesidad de involucramiento de ciertos actores originalmente pensados para otra tarea, pero que debido a la falta de previsión, también son necesarios en otro proyecto o tarea.

Estos conflictos y limitadores vistos desde el punto de vista de la teoría de las restricciones no hace más que fortalecer el argumento que existen cuestiones de fondo en la planificación y administración de proyectos tradicional, pero la teoría no se queda solamente en su crítica sino que provee sus fundamentos para su solución, donde nace Critical Chain.

Algunas de las soluciones planteadas por critical chain que atacan directamente las restricciones previamente anunciadas son:

- Evolución del camino crítico.

Probablemente el punto más revolucionario y novedoso de esta técnica respecto del tradicional camino crítico es la inclusión de las restricciones de recursos en las planificaciones de los proyectos. No sólo se tendrán en cuenta las precedencias de las tareas sino que también se valorarán las disponibilidades y restricciones de los recursos afectados.

**Critical Chain es la especialización de Critical Path para el caso en que los recursos son distintivos y limitados.**

- Cero multitarea.

Evitar a toda costa la multitarea en los recursos para no sufrir los efectos dañinos que tiene sobre la organización y principalmente sobre el proyecto.

**Es un hecho comprobado que la productividad de los recursos aumenta cuando su dedicación es enfocada y de la misma manera el estrés laboral disminuye.**

- Comienzos tardíos.

La planificación de las tareas se realizará teniendo como pauta el "late start" o comienzo tardío de las tareas. Esto busca evitar ocupar recursos cuando no se los necesita, combate el síntoma antes definido de "como sobra tiempo, se agregan funcionalidades" y además permite que los requerimientos, análisis, etc. estén lo suficientemente maduros y estables como para minimizar su variación.

- Estimar sin contingencias.

Todos los agentes involucrados en las estimaciones son instruidos y políticamente alentados a no incluir contingencias en las estimaciones. Esto no significa que el tiempo efectivo que se podrá usar para cumplir con los objetivos será únicamente ese, sino que se agregarán tiempos de contingencia globales teniendo en cuenta las características del proyecto y la interacción entre las tareas.

**Es una ley matemática que la suma de las varianzas de una serie independiente de eventos es mayor a la varianza de la suma de esos eventos.**

El último punto planteado tendrá un protagonismo central en esta tesis por lo que nos detendremos momentáneamente a explicarlo. La razón por la cual resulta tan importante es que constituye la base que sustentará la “administración de la incertidumbre” y la que respaldará la técnica que usaremos para proteger a las estimaciones sin contingencias.

Para explicarlo, comenzaremos enunciando una propiedad extremadamente útil de la Varianza ( $\sigma^2$ ): “La varianza de una suma finita de variables aleatorias independientes es igual a la suma de cada una de sus varianzas” [w3wikiVariance]

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad (1)$$

Ahora, si presentamos una distribución de probabilidades cualquiera como la representación estadística del tiempo necesario para completar una tarea, podemos notar en la misma dos puntos distintivos: el tiempo medio necesario para completarla con una probabilidad acumulada del 50% y un tiempo “seguro” que resulta de agregar al tiempo medio una medida de contingencia, llevando la probabilidad acumulada a un valor superior como por ejemplo un 90% o 95%. Este tiempo agregado lo llamaremos contingencia y lo asociaremos a la letra C.

¿Podemos relacionar el tiempo de contingencia agregado con la varianza? Para lograrlo usaremos el concepto de desviación estándar ( $\sigma$ ) de una distribución de probabilidades: “La desviación estándar de una distribución de probabilidades es una medida de la dispersión de sus valores” [w3wikiStandardDeviation] y además se define como la raíz cuadrada de la Varianza.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (2)$$



Al considerar este último punto y combinarlo con nuestra definición de contingencia, podemos enunciar ésta última como una proporción de la primera y notar que esta constante de proporción que las relacionará será una medida del “nivel de contingencia” que se desea brindar.

$$C = k\sigma \quad (3)$$

Nuestra intención es deducir el comportamiento estadístico de una serie consecutiva de eventos o dicho de otra forma, la duración de una serie consecutiva de tareas planificadas.

Al suponer que las probabilidades que rigen la duración de las tareas en nuestra cadena representan eventos independientes (esto no resulta descabellado en la mayoría de los casos), podemos utilizar la propiedad de la varianza aplicada a nuestra fórmula de contingencia. Además, teniendo en cuenta que la constante k es una medida del nivel de contingencia y asumiendo también que todas nuestras estimaciones las “aseguraremos” con el mismo nivel de contingencia (es decir, agregándoles k veces sigma) podemos verificar lo siguiente:

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_{n-1}^2 + \sigma_n^2 \quad \text{Usando (1)}$$

$$k^2\sigma^2 = k^2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_{n-1}^2 + \sigma_n^2) \quad \text{Usando (2)}$$

$$(k\sigma)^2 = (k\sigma_1)^2 + (k\sigma_2)^2 + \dots + (k\sigma_{n-1})^2 + (k\sigma_n)^2$$

$$(C)^2 = (C_1)^2 + (C_2)^2 + \dots + (C_{n-1})^2 + (C_n)^2 \quad \text{Usando (3)}$$

$$C = \sqrt{(C_1)^2 + (C_2)^2 + \dots + (C_{n-1})^2 + (C_n)^2}$$

$$C = \sqrt{\sum_{i=1}^n C_i^2}$$

En esta última fórmula podemos apreciar que la contingencia necesaria para la suma de una cadena de tareas es la raíz cuadrada de los cuadrados de las contingencias de cada una de ellas y que además esta

nueva contingencia brinda el mismo “nivel de seguridad” que el que se tuvo en cuenta para las estimaciones individuales.

Hemos reemplazado la simple suma de las contingencias individuales de las tareas con la última fórmula descripta y esto es especialmente interesante ya que:

$$\sum_{i=1}^n C_i \geq \sqrt{\sum_{i=1}^n C_i^2}$$

Dicho en otras palabras, mediante la administración de cadenas de tareas y no de tareas individuales, la estimación del tiempo de contingencia necesario fue optimizada usando herramientas estadísticas, brindando la misma garantía de seguridad.

Por lo tanto, habiendo demostrado su conveniencia e idoneidad, será ésta la fórmula que utilizaremos para el cálculo de contingencias en lo sucesivo.

### **Critical Chain Project Management**

Habiendo visto los principales lineamientos que plantea Critical Chain basándose en la Teoría de las Restricciones de Goldratt, podemos profundizar la exposición, con el natural crecimiento de la teoría hacia el ámbito de la administración de proyectos.

Trataremos de emparentar las características mencionadas con las soluciones planteadas y visualizarlas en forma concreta dentro de un plan de proyecto.

El plan de proyecto que veremos a continuación resulta de un ejemplo verdadero pero simplificado del proceso de desarrollo de software de una empresa real. Este proceso de software se asemeja al desarrollo de software por componentización [w3sei-cmuCBSD] y como se puede apreciar en la Figura 8 consiste en tres componentes independientes que ensamblados logran cumplir la funcionalidad requerida del software.

Cada uno de los componentes consiste en un pequeño proyecto el cual involucra las siguientes tareas y actores:

- Especificación y Arquitectura: un arquitecto delineará las principales características funcionales y técnicas que deberá cumplir el componente.
- Diseño: el diseñador tomará la especificación y arquitectura planteada y las bajará de nivel a un diseño que alimentará a los desarrolladores del componente.
- Desarrollo: los desarrolladores deberán generar código ejecutable eficaz y eficiente compatible con el diseño proveído.
- Generación de tests unitarios: el tester comenzará a delinear los tests unitarios necesarios tomando como base el diseño.
- Testeo: el tester finalmente ejecutará los casos de prueba

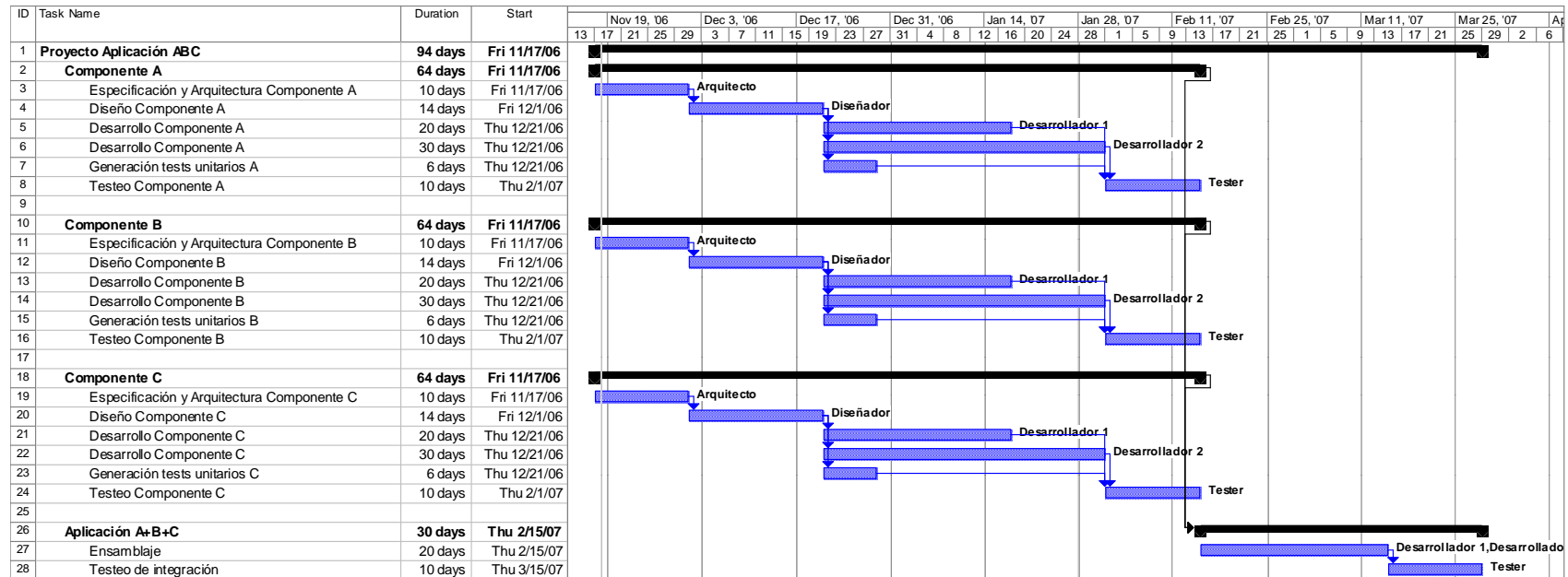
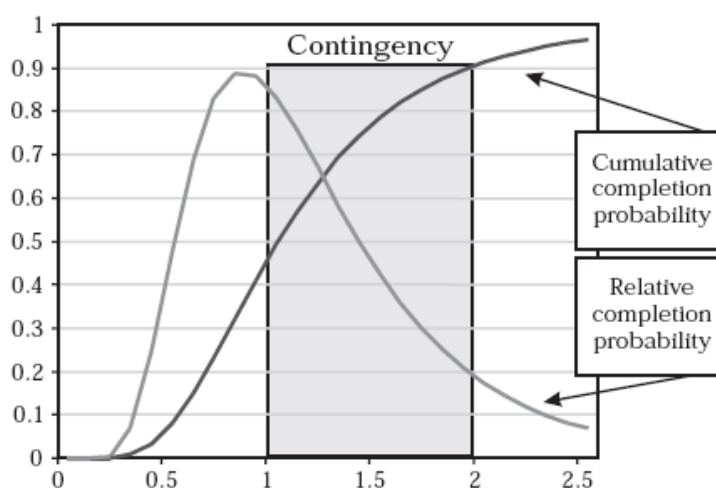


Figura 8 - Plan de proyecto del desarrollo de un software por medio de componentización.

Para llevar a cabo la planificación, cada una de estas tareas fue estimada por los actores involucrados o por otros lo suficientemente idóneos para poder aportar su conocimiento o experiencia profesional. En este punto es que comienza a tener efecto sobre nuestra planificación las máximas de Critical Chain: Estimar sin contingencias.

¿Y qué significa estimar sin contingencias? La contingencia es lo que definimos como la diferencia de una estimación segura y con un bajo riesgo (90% - 95% probable) respecto de una estimación del %50 probable. En el caso de una distribución de probabilidades simétrica implica simplemente la mitad. (Esta consideración no es arriesgada y hasta resulta por exceso ya que en general la probabilidad real tendrá una leve o moderada inclinación al retraso de la duración de la tarea por lo que una estimación al 95% podría resultar mayor inclusive al doble de la estimación al 50% (Ver Figura 9).



**Figura 9 - Estimación al 50% y su relación con la contingencias.**  
**Fuente: Artech House.**

Para nuestro ejemplo usaremos una estimación del 50% de probabilidad de completación en tiempo y el impacto que tendrá sobre el calendario recién planteado será el de simplemente dividir por dos las duraciones de las tareas individuales resultando en un calendario ajustado que se puede apreciar en la Figura 10.

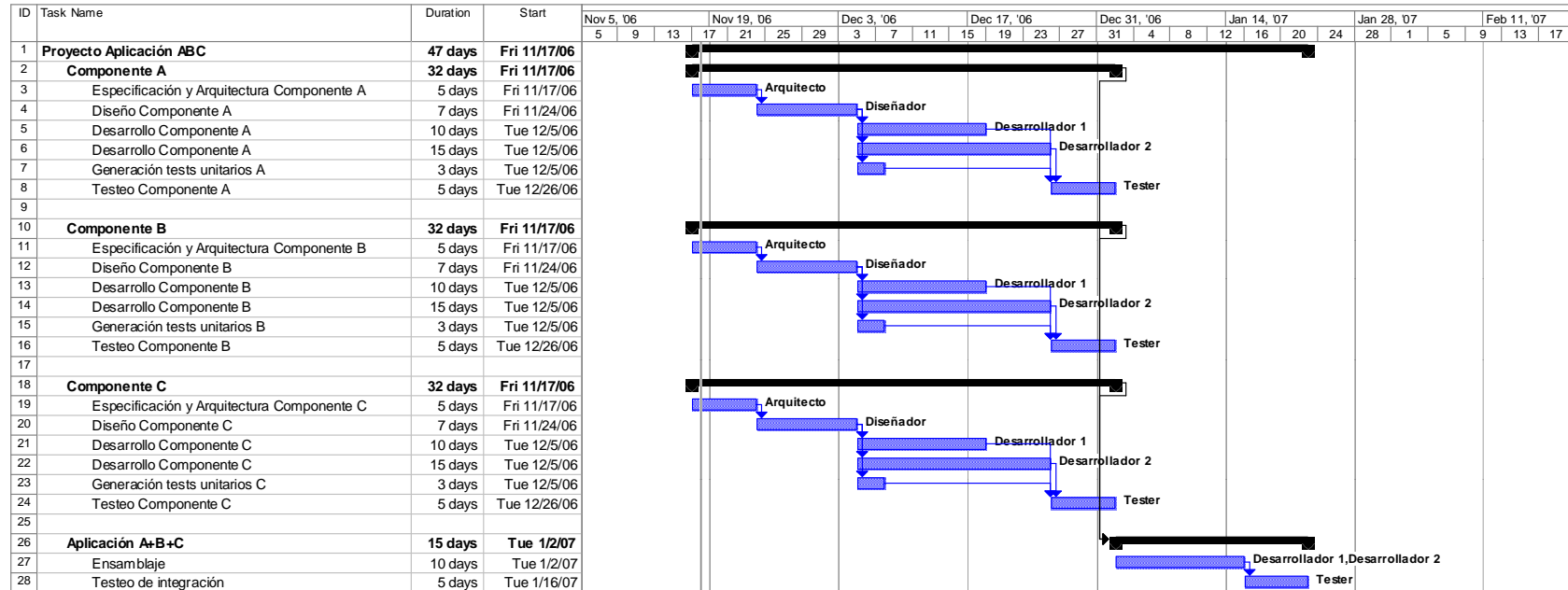


Figura 10 - Calendario ajustado a una estimación sin contingencias a un %50 de probabilidad.

Vale aclarar que hemos dividido la tarea de estimación en dos partes por una cuestión exclusivamente didáctica: estimación con contingencia y quita de la misma. Esta división no existirá en la realidad sino que deberá ser inculcada como un único paso en aquellos responsables de hacerla.

Esta directiva de estimaciones al %50 deberá tener como consecuencia crucial el cambio de mentalidad del Project Manager que deberá entender que la duración de la tarea podrá diferir de la estimada y no deberá penalizar ni criticar a aquellos ejecutores por su performance en la tarea individual.

La estimación es solo lo que la misma palabra indica. Una medida racional que se considera podría ser cercana a la realidad. De ninguna forma pretende ser un contrato o compromiso de que aquellos que ejecuten la tarea lo harán en no más del tiempo estimado. Este nuevo concepto será uno de los puntos más delicados que la cultura de la organización deberá adoptar y probablemente aquel que encuentre más resistencia en su proceso de asimilación.

La explicación que se puede dar respecto de que las estimaciones de tareas individuales tomadas de manera estricta son completamente inservibles puede verse claramente en las palabras de Walter A. Shewhart: "Debe ser entendido que los estadísticos no intentan hacer predicciones verificables sobre una única estimación, sino una predicción sobre una secuencia de estimaciones bajo ciertas condiciones". [Shewhart, 1986]

El siguiente paso en la adaptación del calendario es la previamente mencionada como comienzos tardíos.

La idea generalizada por los Project Managers de que los comienzos tempranos en las tareas resultan beneficiosos para el proyecto, mitigan riesgos y hasta logran que el proyecto comience a tomar forma desde temprano es fuertemente penalizada por Critical Chain. La teoría plantea que los comienzos tempranos sólo generan un incremento en las duraciones de las tareas debidas a requerimientos defectuosos, la introducción constante de cambios y la profundización del síndrome del estudiante. Además, y como si esto fuera poco, impactan negativamente en el cashflow ya que se debe "gastar" tempranamente en tareas que "retribuirán" en forma tardía.

En la Figura 11 veremos el calendario actualizado respetando esta última indicación. Todas las tareas fueron desplazadas al máximo permitido sin comprometer la secuencialidad de las mismas.

Una pregunta que podría surgir en este momento es si esta planificación pone en riesgo el desplazamiento del camino crítico y como se verá en lo próximo, la secuencialidad de las tareas será protegida.

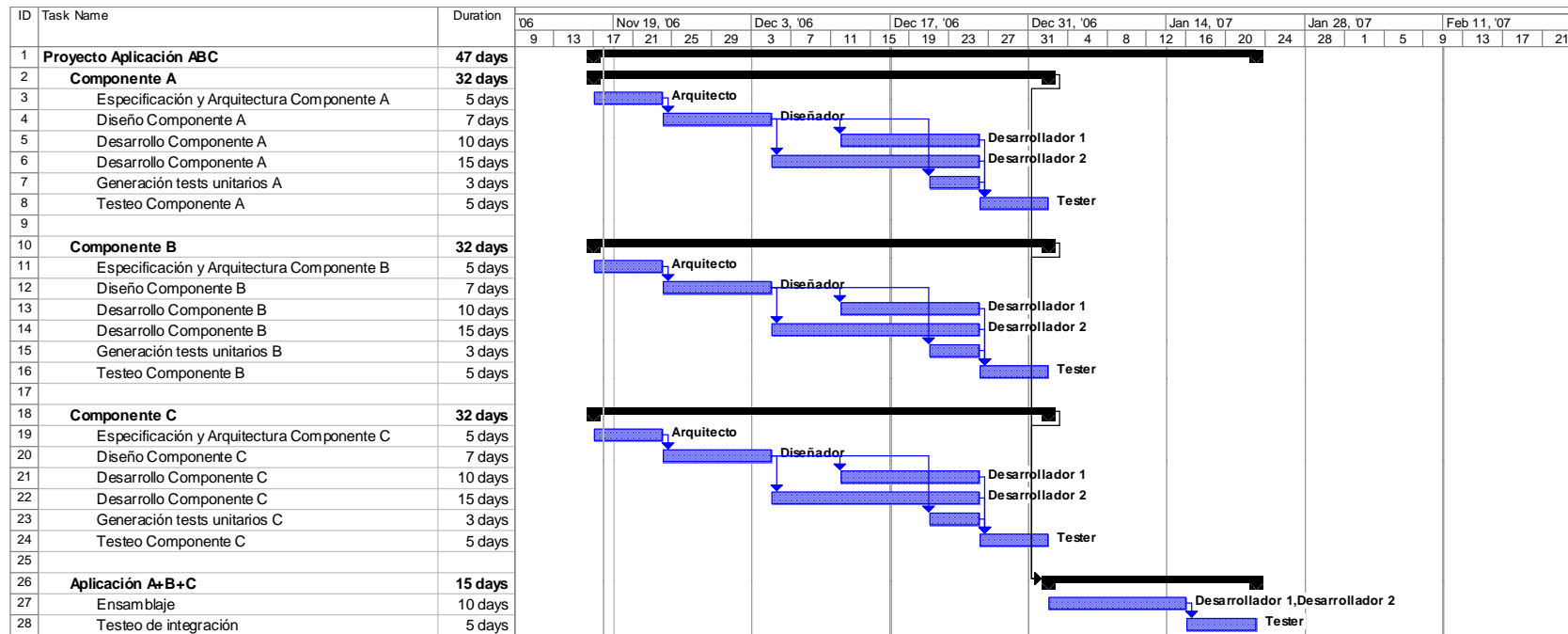


Figura 11 - Comienzos tardíos

El siguiente paso será determinar la cadena crítica de cada uno de los proyectos para lo cual debemos quitar la contención de recursos. La misma asegurará que un recurso particular estará dedicado únicamente a una tarea asignada evitando la multitarea y haciendo de esta manera más previsible su performance.

En el caso de estudio propuesto no existen contenciones a quitar ya que la misma secuencialidad de las tareas hace que no existan solapamientos en los recursos, por lo que ya puede notarse la cadena crítica en cada uno de los proyectos definida como “el



tiempo que tardará en ejecutarse aquella secuencia de eventos dependientes que evita que el proyecto sea completado en un tiempo menor”. La dependencia de los recursos tiene la misma relevancia que la dependencia de tareas en la definición de la cadena crítica.

Como vemos en la Figura 12 ya se encuentran demarcadas las cadenas críticas lo cual dará comienzo a la segunda etapa de la actualización del calendario bajo el título de buffer management.

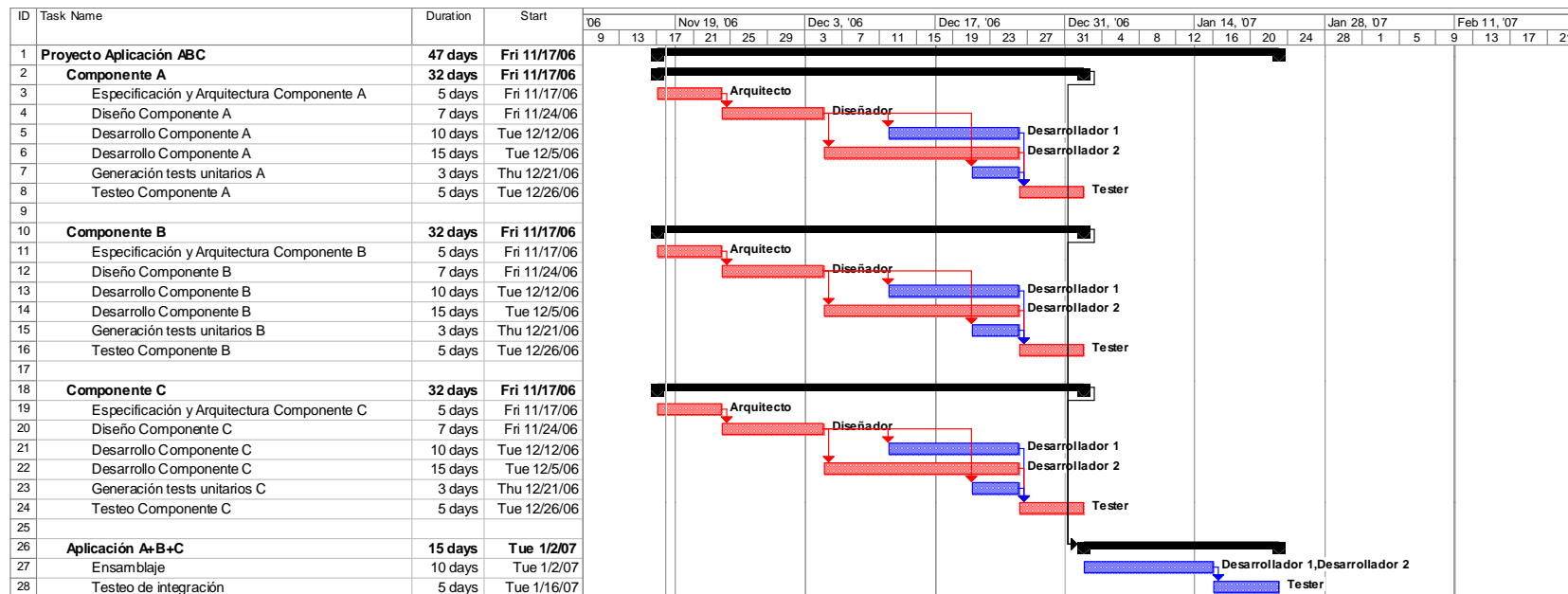


Figura 12 - Cadenas críticas respetando la secuencialidad de tareas y eliminando la contención de recursos

En este punto de la planificación podemos considerar que hemos aplicado aquellas acciones que intentan “explotar” las restricciones planteadas por el sistema. Ahora lo que debemos hacer es reforzar la planificación agregando buffers para que las mismísimas correcciones no se transformen en sí en restricciones.

Comenzaremos por un punto que ya hemos mencionado al incluir los comienzos tardíos y es la protección de las tareas de la cadena crítica de toda aquella actividad no crítica que le sirva de alimento. En nuestro ejemplo, el desarrollo del componente A y la generación de tests unitarios no forman parte de la cadena crítica pero la alimentan como se puede ver en el gantt. La finalización de estas dos tareas quedó planificada inmediatamente antes del testeo del componente por lo que si cualquiera de las dos llegara a retrasarse, afectarían directamente a la cadena crítica y como consecuencia a la duración del proyecto. Para evitarlo, fueron agregados dos Feeding Buffers.

Existen varias formas de dimensionar los feeding buffers pero todas tienen relación con la contingencia quitada de las tareas. Un ejemplo de este dimensionamiento podría ser tomar la mitad de la contingencia de cada una de las tareas que componen la feeding Chain y sumarlas. Otro, como hemos visto, sería el cálculo de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las mismas. Nosotros para nuestro ejemplo y para mantener sencillos los cálculos tomaremos su suma, siendo igualmente válidos todas las apreciaciones respecto de otras formas de dimensionamiento.

De esta forma, analizando la Figura 13, podremos notar en verde los feeding buffers agregados. El feeding buffer (1) correspondiente al desarrollo del componente por parte del Desarrollador 1 muestra una duración de 5 días (ya que la tarea que lo originó consiste en un total 10 días) y vemos que el feeding buffer (2) tiene la misma proporción con un total de 1.5 días respecto de la tarea que le dio origen que llevará 3 días completar.

Inmediatamente y en forma visual podemos notar que la cadena crítica sigue siendo la misma y que no solo eso, sino que además ahora es inmune a los movimientos externos (dentro de ciertos parámetros), esto es retrasos o adelantos, que puedan llegar a surgir por fuera de la misma. Esto tiene un enorme valor agregado para nuestra planificación ya que nos permite ganar una importante cuota de predictibilidad sobre la duración del proyecto evitando que tareas que no se encuentran en la cadena crítica afecten de manera negativa a esta última generando de esta forma un escenario propicio para el control.

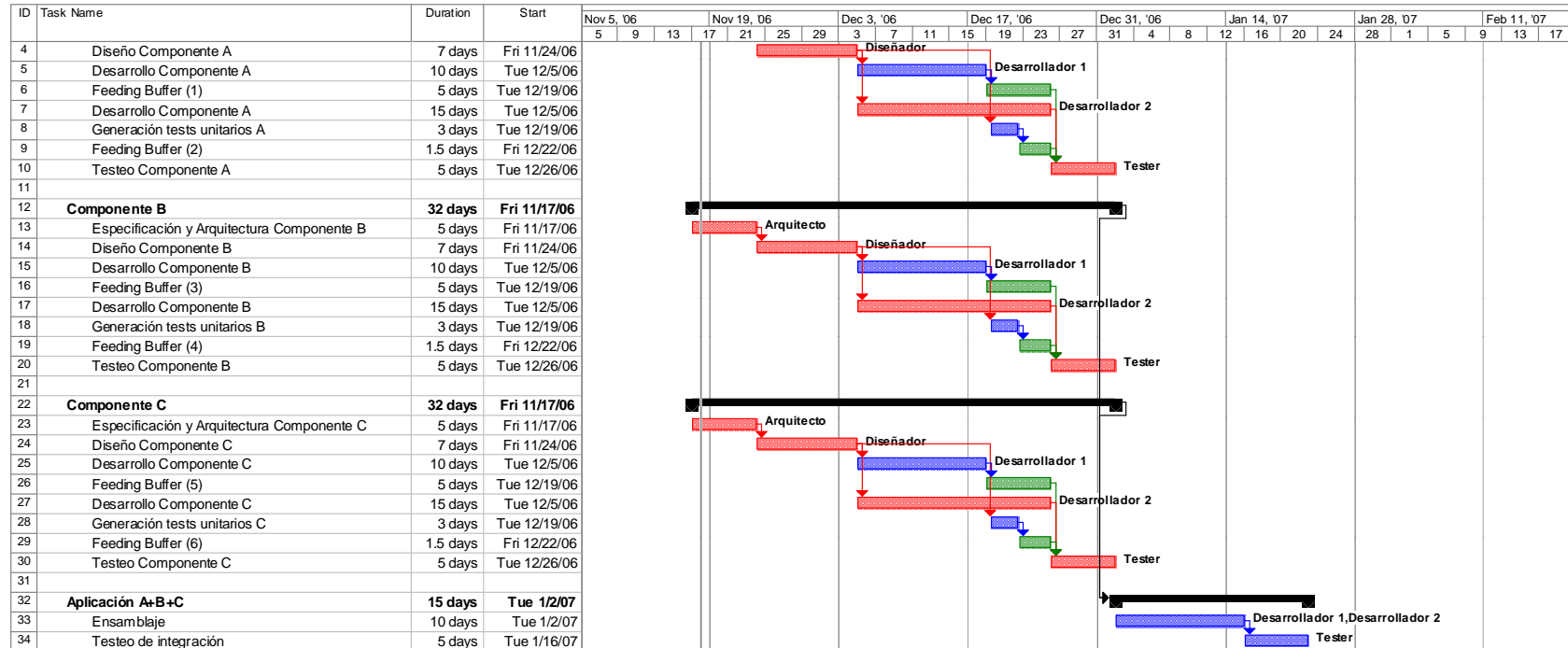


Figura 13 - Agregado de Feeding Buffers a la planificación como protección de la cadena crítica.

Ahora es momento de encargarnos del proyecto en su conjunto. Habíamos dicho que íbamos a mitigar riesgos y manejar la incertidumbre respecto de una serie de eventos aleatorios (o duración de tareas) pero hasta ahora simplemente hemos recortado tiempos y contingencias y el plan aún no puede palpase como seguro. Para administrar la incertidumbre de la cadena crítica que fue realizada bajo la premisa de estimación al 50% probable, agregaremos el denominado Project Buffer que sirve para proteger la

máxima fecha de finalización del proyecto y que, como su antecesor feeding buffer, puede ser dimensionado de distintas formas. Nuevamente hemos elegido aquella que agrega la mitad de la duración del proyecto como buffer. (Figura 14)

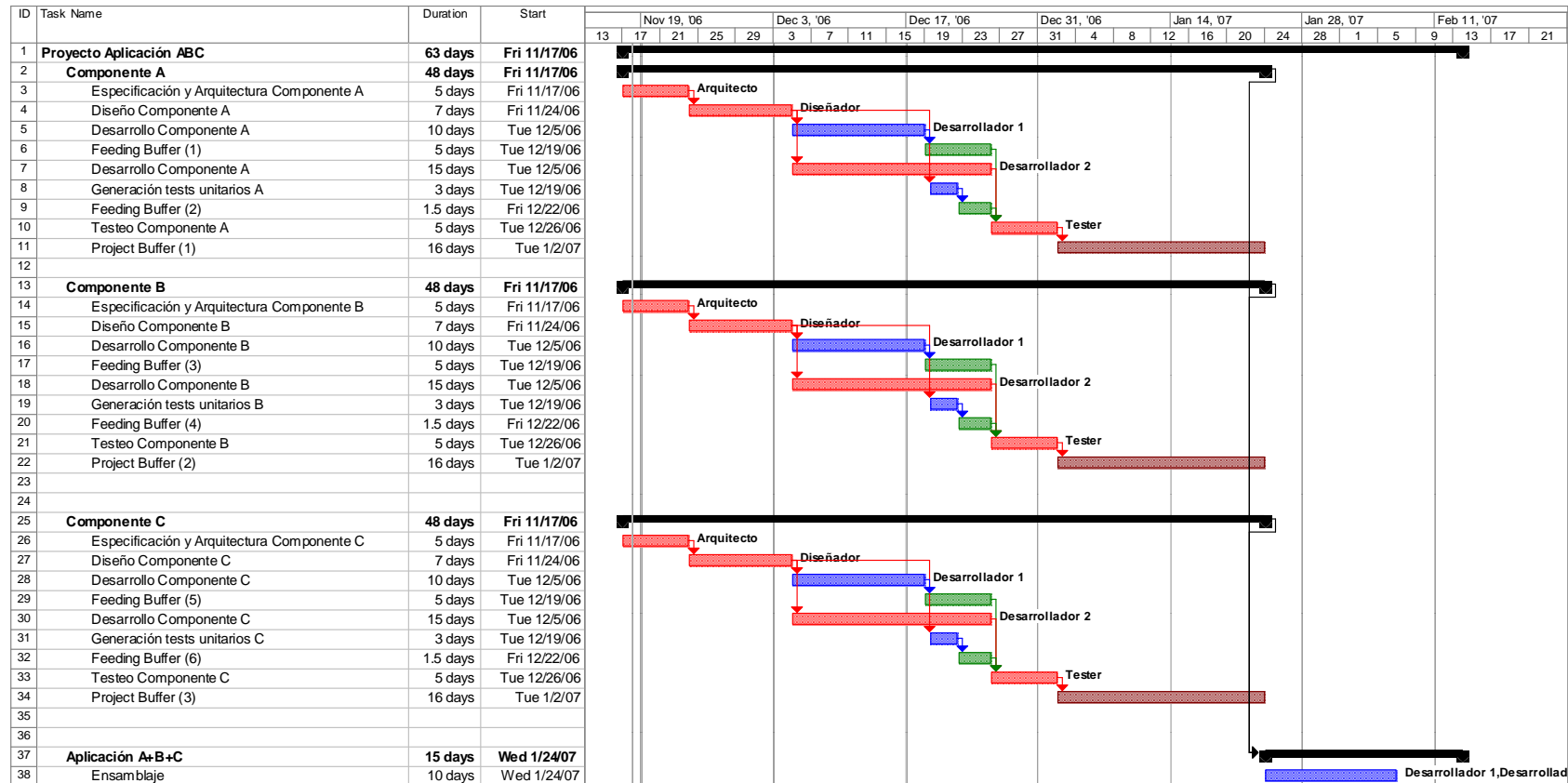


Figura 14 - Agregado de los Project Buffers para mitigar el riesgo de la cadena crítica y manejar la incertidumbre de finalización del proyecto.

Hemos llegado al punto donde tenemos nuestros tres proyectos individualmente compatibles con la metodología Critical Chain. Todavía restan esfuerzos futuros para conciliarlos bajo un mismo contexto que veremos a continuación.

Resumiendo lo logrado hasta el momento podemos encontrar los siguientes lineamientos:

- Plan derivado de estimaciones al 50% de probabilidad
- Definición de la cadena crítica como la secuencia de tareas más extensa del proyecto considerando la secuencialidad lógica de las tareas como así también la inclusión de los recursos.
- Protección de la cadena crítica de agentes externos a la misma con la ayuda de los feeding buffers.
- Protección del deadline del proyecto respecto de la estimación optimista de la cadena crítica con la ayuda del Project buffer.

Hemos también enunciado con especial énfasis los cambios requeridos en la mentalidad y actitudes de los actores involucrados a nombrar:

- La gente involucrada en la estimación debe hacerlo al 50% de probabilidad. No deben verse influenciados por querer siempre cumplir con los tiempos ni presionados para hacerlo.
- La gerencia debe coherentemente aceptar que las estimaciones no serán exactas. No se trata de adivinar el futuro sino de buscar un método consistente para manejar la incertidumbre.
- Se debe intentar quitar (siempre que sea posible) la multitarea.
- Los involucrados en la ejecución deben reportar la finalización de la tarea en el momento preciso en que haya ocurrido, no deben “guardar” resultados y esto debe ser alimentado por el hecho de que no existirán premios ni penalidades por finalizaciones tempranas o tardías.

## **Estado actual**

Hemos visto los pormenores de la planificación siguiendo Critical Chain para una serie de proyectos en una organización dedicada a la producción de software. El análisis realizado fue hecho tomando cada proyecto en forma aislada sin tener en cuenta las interacciones entre los mismos.

Resulta evidente que la disciplina, tal como fue planteada hasta ahora, es insuficiente para la gran mayoría de los escenarios de la vida real, para los cuales necesita ciertos ajustes.

Bajo esta crítica fue que Critical Chain debió progresar y sumar las características necesarias para adaptar la planificación de un único proyecto para considerar a todos los proyectos de la organización, presentes y futuros en un marco consistente y coherente con todos los lineamientos ya presentados.

Esta adaptación se conoce como Multi-project CCPM y se verá a continuación.

## **Multi-project Critical Chain Project Management**

Para recorrer las máximas de la planificación multi proyecto con Critical Chain analizaremos aquellos factores que presentan cierta incompatibilidad al introducirlos en un ambiente heterogéneo donde deben compartir recursos.

En un escenario ideal, no habría necesidad de cambio. La planificación multi proyecto sería la simple ejecución paralela de todos los proyectos de la organización. Esto sería posible ya que no existirían restricciones en cuanto a perfiles disponibles y recursos en general.

Este escenario dista enormemente de la realidad por lo que cualquier organización está obligada a decidir de alguna manera cuales proyectos ejecutará y en qué orden. Esto pocas palabras: deberá priorizar sus proyectos.

Esta priorización podrá tomar variadas formas: desde la simple elección subjetiva hasta aquella respaldada por el más detallado análisis.

La iniciativa de CCPM para la priorización de los proyectos consiste en maximizar el throughput resultante. Nuestra visión difiere de ésta y será presentada más adelante como parte sustancial de esta tesis. Por el momento usaremos este factor para la priorización y como nuestros tres proyectos no se distinguen en su forma, el throughput será idéntico sea cual fuere el orden de ejecución de los mismos por lo que seguiremos considerando la secuencialidad con la que fue planteada.

El primer tropiezo en la planificación conjunta de los tres proyectos resulta en la contención de recursos. Critical Chain critica y evita la multitarea por lo que esta contención se debe tratar y la planificación debe ajustarse para que cada recurso esté asignado a un único proyecto en cualquier punto temporal del calendario. Este ajuste impactará en el resto de la planificación y probablemente generará contenciones de otros recursos que también deberán ser tratados.

Este último pensamiento lleva inevitablemente a la siguiente pregunta: ¿Con qué recurso debo comenzar a romper la contención? Antes de conocer la respuesta hay que entender como diferenciar los recursos y de esa forma analizar la contención.

Lawrence P. Leach en su libro Critical Chain Project Management [Leach, 2000] realiza una clara analogía para dejar al descubierto que existen ciertos factores que son aquellos que marcan el ritmo en la ejecución de una tarea y que para que la ejecución sea posible y exitosa, se la debe contemplar y administrar.

La analogía es la siguiente: consideremos la simple tarea de podar el césped de un jardín. Uno rápidamente pensará en la necesidad de dos recursos, una podadora y un jardinero que la empuje. Todos sabemos que las podadoras tienen cierta capacidad y que si la empujamos por exceso se trabará constantemente produciendo atrasos en la tarea. Este simple ejemplo nos proporciona una información muy valiosa: existen recursos que serán aquellos que marquen el ritmo en la ejecución de una tarea. Lo mismo ocurre con los proyectos. Si se ejecutan demasiados proyectos sin considerar la capacidad (restricción) de los recursos claves, los mismos se trabarán y atrasarán.

Critical Chain multi-Project Management considera este recurso el Drum resource. Dicho en otras palabras, es aquel recurso que marca el ritmo de la ejecución de los proyectos y será alrededor de él que se planificarán los mismos.

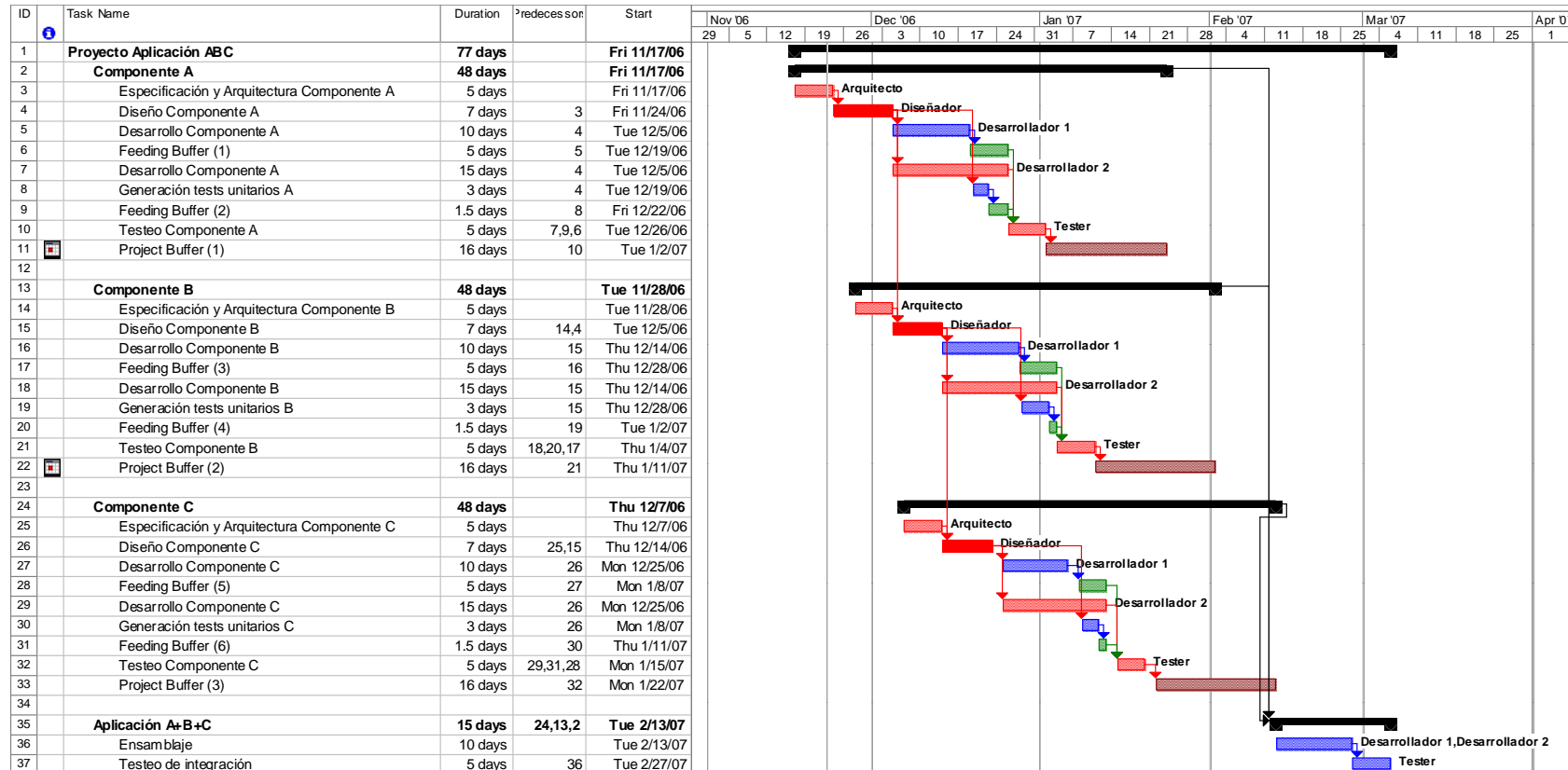


Figura 15 - Planificación sin la contención del drum resource

La replanificación deberá alinearse a este recurso y de esta forma, las tareas en las que no intervenga quedaran subordinadas y se replantearán.



En la Figura 15 podemos ver nuestros proyectos alineados siguiendo la premisa del diseñador como drum buffer. Con este ajuste se puede distinguir claramente que ya no existe contención para este recurso.

¿Por qué no quitamos la contención de los restantes recursos y dimos por finalizada nuestra planificación? ¿Resulta “segura” la intervención secuencial inmediata de nuestro recurso clave? Claramente no.

Critical Chain busca administrar la incertidumbre y no sería aceptable que por el atraso del drum resource en un proyecto, otro relacionado deba atrasarse. Es por esto que se agrega el capacity buffer. El mismo tiene por objetivo “garantizar” la disponibilidad del drum resource en los subsecuentes proyectos y evitar que posibles retrasos afecten su ejecución. (Ver Figura 16)

Debido a la importancia de este recurso, se sugiere usar como tiempo de buffer el mismo tiempo de la tarea en la cual está involucrado el recurso clave. De esta forma, el mismo se podría retrasar el doble del tiempo planificado pero sin embargo no afectar su disponibilidad para los proyectos que lo requieran posteriormente.

En este punto ya hemos quitado la contención del recurso clave en la planificación y hasta hemos “garantizado” su disponibilidad en cada proyecto que se lo requiera, pero no hemos hablado de cómo elegir este recurso. No existe una receta predeterminada para la elección del mismo, pero como ayuda, se puede tener en mente el ejemplo de la podadora. Necesitamos encontrar aquel recurso que marque el ritmo de ejecución de nuestros proyectos.

En nuestro ejemplo hemos elegido al diseñador como recurso clave, y la elección podría estar basada en las siguientes características:

- Aquel recurso que “escasea” y que resulta difícil de conseguir.
- Aquel recurso difícilmente reemplazable
- Aquel recurso con una gran responsabilidad en sus tareas que podrá determinar el éxito o fracaso del proyecto.
- Aquel recurso del que más dependa la planificación del proyecto.

Continuando con la objetivo de Critical Chain por administrar la incertidumbre y garantizar la debida ejecución de aquellas tareas que resultan principales al proyecto nos resta proteger un elemento de la planificación antes de quitar el resto de contención de recursos y dar por finalizado el calendario.

En este punto, y como se verá en la Figura 17, protegeremos a la tarea que realizará el drum resource de la tarea inmediatamente precedente para que un atraso en la misma no afecte su comienzo. Esto lo haremos con el llamado Drum Buffer, que será nuestro último buffer que presentaremos y que completará la tarea de proteger el calendario contra todos los factores externos que analizamos como riesgosos y de esta forma minimizar los impactos de incertidumbre.

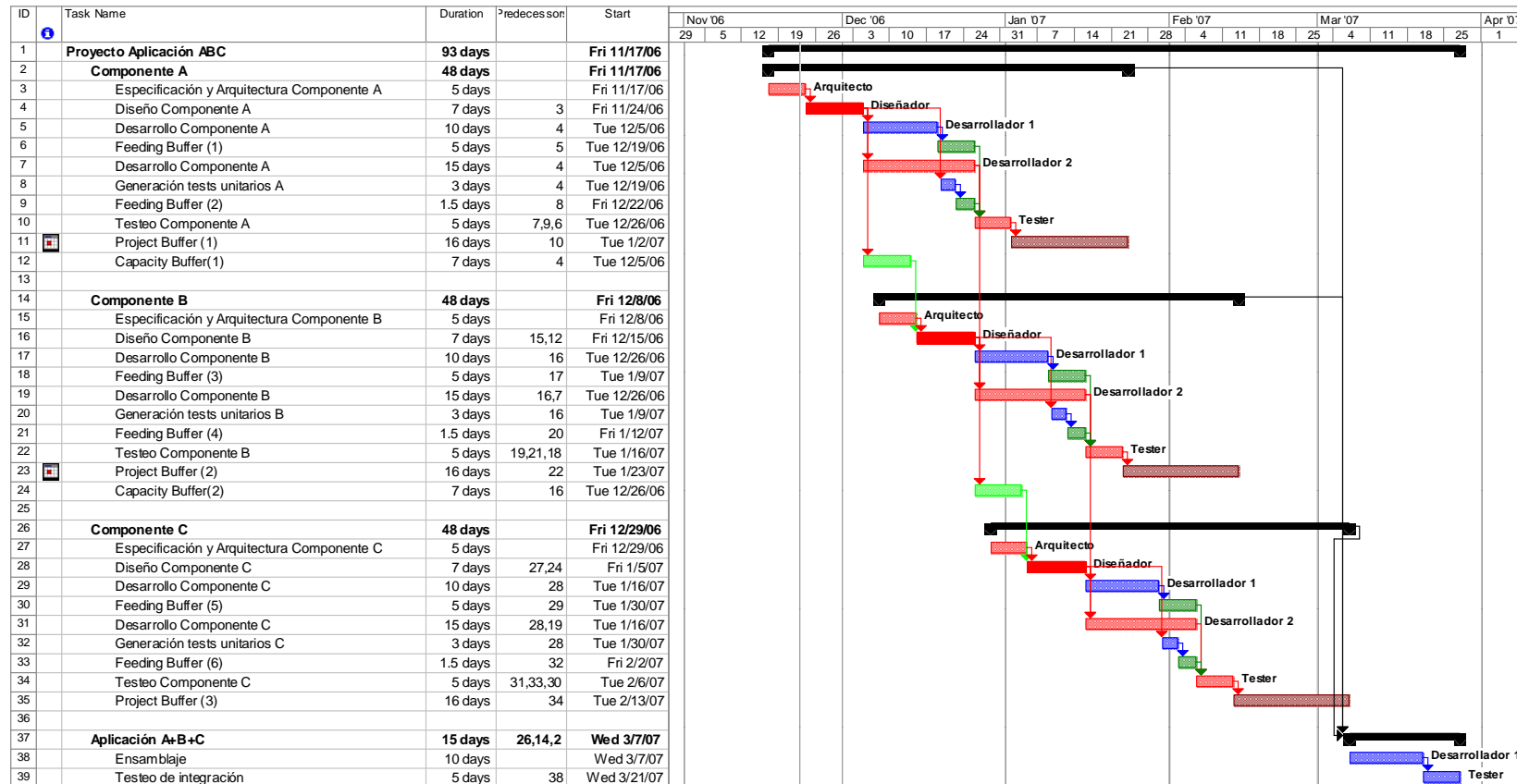


Figura 16 - Agregado del capacity buffer para garantizar la disponibilidad del drum resource

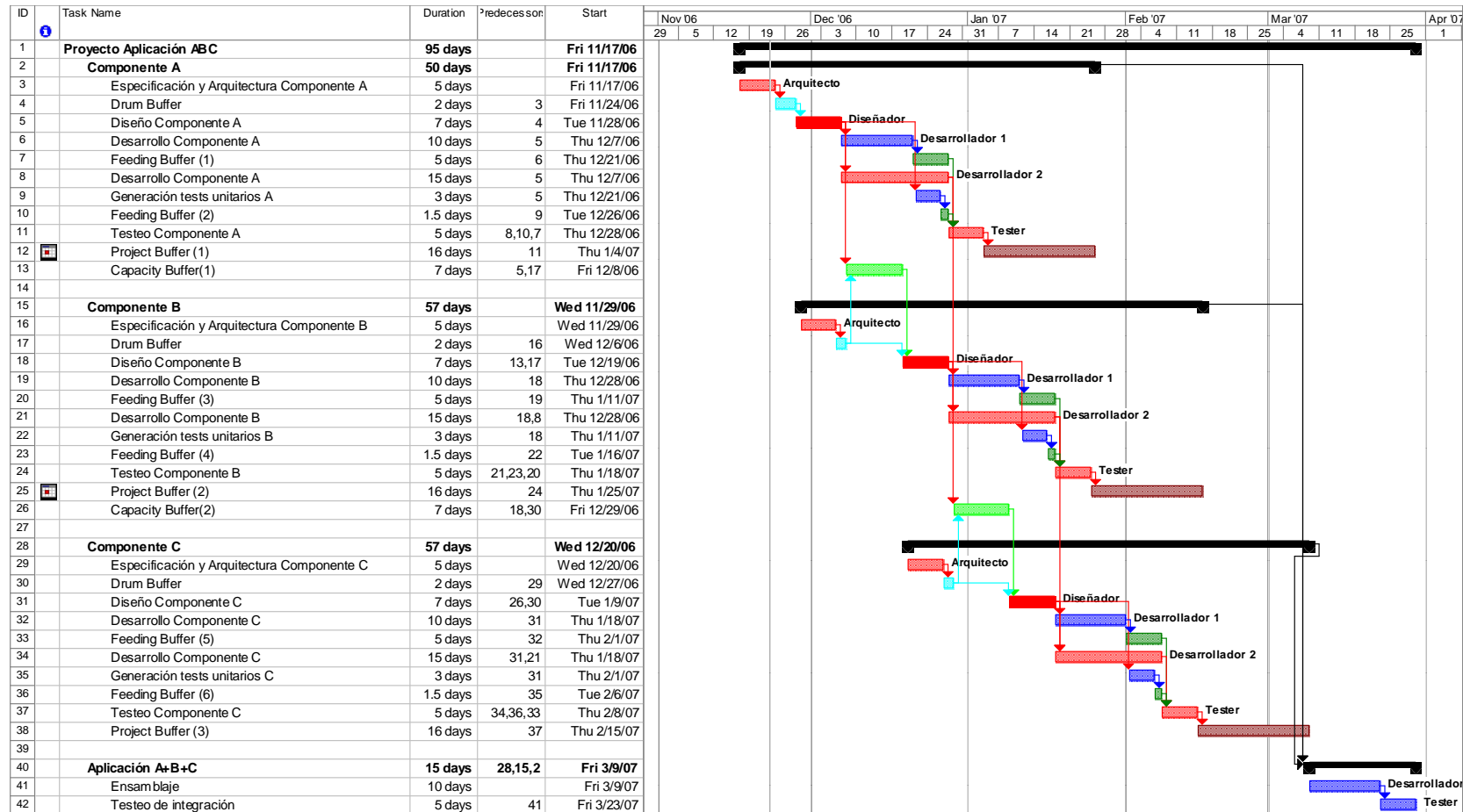


Figura 17 - Agregado de los Drum Buffer al calendario

Teniendo en cuenta el calendario resultante (después de verificar que no exista ninguna contención adicional de recursos y en tal caso haberla quitado), ya podemos hablar de un ambiente multiproyecto protegido siguiendo los lineamientos de Critical Chain.

A modo de resumen, los pasos que se deben seguir para concluir en una planificación para múltiples proyectos concurrentes en una organización son los siguientes:

- Identificar el recurso clave de la organización al que llamamos drum resource.
- Preparar el calendario Critical Chain para cada proyecto en forma individual.
- Priorizar y seleccionar los proyectos.
- Ajustar el calendario quitando la contención de recursos para el recurso clave elegido subordinando el resto de los proyectos a esta decisión.
- Agregar Capacity Constraint Buffers entre proyectos para asegurar la disponibilidad del recurso clave en el momento necesario.
- Agregar Drum buffers en toda aquella tarea que alimente al drum resource para garantizar que el mismo podrá comenzar su tarea ni bien lo requiera.
- Quitar el resto de las contenciones de recursos
- No permitir que la inercia se transforme en una restricción: medir, seguir y controlar.

# Segunda Parte - Desarrollo teórico

## ***Capítulo IV - ¿Por qué no es suficiente?***

En los capítulos anteriores hemos visto los pormenores de la Gestión de la Cartera de Proyectos y la Administración de Proyectos siguiendo los lineamientos de Critical Chain. Hemos definido el alcance de cada disciplina y evidenciado las diferencias entre una y otra. Hemos llegado a interpretar que donde una termina, comienza la siguiente y que las características intrínsecas de los sistemas a los cuales son aplicadas hacen que despeguen sus pies sobre la tierra y se instalen en un terreno teórico, distante de la realidad y carente de herramientas claras y concretas o queden relegados a una porción de la organización con un alto grado de aislamiento y con un insuficiente control de aquellos factores externos que pudieran impactar en la misma.

Algunos podrían argumentar que estas deficiencias y separación entre ambas disciplinas son consecuencia directa de la evidente complejidad en las organizaciones y por lo tanto, de la necesidad casi impuesta de explorar la misma por partes.

Esto no sería más que una justificación de las limitaciones del método. Como evidencia Goldratt en su Teoría de las Restricciones, el mejoramiento de los componentes individuales de un sistema (Gestión de Cartera de Proyectos, Administración de proyectos) no garantiza una mejora global, por lo que se debe buscar una solución que por un lado pueda hacer frente a la diversidad pero por el otro que pueda mantenerse integrada para converger en un mejoramiento global.

A medida que se iban presentando los dos temas, se hacían menciones a las ventajas y al valor agregado de los mismos como así también algunos puntos flojos que evitan la consolidación de ambos y la conformación de una metodología que las abarque. Estas deficiencias se detallan en lo siguiente.

### ***Gestión de cartera de proyectos***

La gestión de la cartera de proyectos ha abarcado la selección y priorización de los proyectos a realizar y su gestión en términos globales. Principalmente ha tratado de balancear los riesgos asumidos con el pronóstico o expectativa de éxito y así lograr un equilibrio sano para la organización. Históricamente, esto fue incumbencia de la alta gerencia y en escasas oportunidades lograba penetrar al resto de la organización para crear una conciencia colectiva. El crecimiento de los mercados y la competencia cada día más feroz forjó un cambio cultural en esta estructura para intentar comunicar los lineamientos estratégicos a todos los sectores (incluso operativos) de las empresas. El último tiempo ha sido testigo de estos cambios, aunque aún no ha visto en forma concluyente herramientas o metodologías del área operativa o de administración que incluyan a la estrategia en su núcleo en forma consistente. Esta es una deuda pendiente de la disciplina, aunque analizando la tendencia actual, no lo será por mucho tiempo.

### **El análisis estratégico no es suficiente.**

El análisis estratégico fue definido como uno de los pilares de la Gestión de la Cartera de Proyectos e inclusive como puntapié de la misma. No sólo sirve para conformar los objetivos de la organización, sino también para administrar de la mejor forma posible y con una orientación clara y consistente, sus recursos limitados. Este análisis estratégico debe ser constante y no solo en el armado de la cartera. La cartera consiste en un conjunto de proyectos vivos inmersos en una realidad fluctuante por lo que también debe ser dinámica y cambiante. Los proyectos deben estar planeados y administrados para seguir estos lineamientos. El análisis estratégico reservado al ámbito gerencial carece de todo sentido y sólo tiende a fracasar. La gran mayoría de los empleados de las empresas desconoce la estrategia de la misma siendo éste otro motivo para el fracaso.

### **Hay que poder volcar las ideas y planes al terreno concreto**

Existen numerosas herramientas para facilitar el armado del plan estratégico de una empresa y más numerosas aun son las herramientas para comunicar estos delineamientos de una forma que resulte eficaz, sencilla de comprender, gráfica y hasta estética. Pero aún resulta difícil vincular estos artefactos con la operativa diaria de la empresa y que las mismas herramientas que soportan la ejecución de los proyectos incluyan de manera concreta estos axiomas. Muchas veces aquellos apartados de los planes de proyectos que apuntan a la visión del mismo y a los aportes estratégicos que proporcionará son solo una cuestión de forma, casi protocolar, que pocas veces guían verdaderamente su ejecución. Para poder hablar de una verdadera integración, debe existir una aplicación directa de las directivas estratégicas en el proceso de planificación que impacte en la calendarización y el costeo.

### **Evitar depender de la experiencia del gerente para la aplicación y control del plan estratégico.**

La estrategia es una de las principales responsabilidades de la alta gerencia y su eficacia y aporte dependerán en gran medida de la capacidad de sus integrantes. Este concepto no entra en discusión. Lo que sí se debe minimizar es que el control de la aplicación de la estrategia dependa enteramente de la capacidad de respuesta del gerente o la vivacidad de sus colaboradores para detectar vicios que estén afectando sus expectativas.

Deben existir mecanismos de control directo y automático que monitoreen el cumplimiento y que alerten aquellos desvíos que resulten importantes para ser considerados.

### **Herramientas de seguimiento de la cartera, integradas, no ad hoc.**

Este punto está fuertemente relacionado al anterior. La gerencia y los organismos de control dentro de la organización deben ser provistos de herramientas para el seguimiento de la cartera y la estrategia. Estas herramientas tienden día a día a tornarse más y más abarcativas hasta incluir a la organización en su totalidad. Para que una herramienta integre el conjunto de la empresa, la metodología en los diferentes sectores debe ser consistente y compatible. Esto es fundamental para lograr información clara y real, integrada y útil y no un aglomerado de diferentes sistemas, convenciones y herramientas. Bajo una mirada purista, las herramientas de control gerencial deberían ser vistas simplificadas o resumidas basadas en la misma información operativa usada en la ejecución día a día de los proyectos. Estas vistas deberían funcionar como capas de abstracción a medida que se asciende en la escala estratégica. Para esto, las vistas (plasmadas en herramientas o metodologías) deben ser compatibles entre sí y deben ser basadas en los mismos principios.

## ***Critical Chain Project Management***

La disciplina de CCPM es relativamente nueva y aún enfrenta diversos desafíos y es actualmente sujeto de investigación y expansión. Existieron grandes avances en los últimos tiempos a lo que se refiere la administración de múltiples proyectos concurrentes, el dimensionamiento de los buffers utilizados (siguiendo distintas técnicas) y la proliferación de herramientas que dan soporte a esta planificación y control. También se han multiplicado los casos estudiados, evidencias empíricas y demás estudios que la avalan y refuerzan. Existe también una leve tendencia a generalizar la herramienta y las técnicas de Teoría de las restricciones para el resto de la organización y fundamentalmente escalar el alcance. Igualmente más allá de estos focos de investigación, el mayor nivel de crecimiento fue dado bajo la



sombra de la administración de proyectos. Hay numerosas variables en juego que quedan fuera del alcance de la disciplina, o en el mejor de los casos son relegadas a un lugar menos privilegiado.

### **Variables que quedan afuera**

Critical Chain ha logrado un salto cualitativo importante respecto de su predecesor Critical Path al incluir otras variables dentro del análisis (como consecuencia de la creciente complejidad en el ámbito informático y de modelo de negocios) aunque aún no toma en consideración todos aquellos factores que realmente afectan a los proyectos. Entre las variables que no son incluidas de manera central se pueden mencionar a la estrategia y el carácter de ciertos proyectos orientados a un producto (distintos a los proyectos aislados y finitos) con un roadmap concreto y planificado. Por otro lado, el costeo de los proyectos también tiene un protagonismo secundario, con poco estudio y especialización.

### **Estrategia**

El calendario de los proyectos resultante de CCPM no incluye en forma notoria la posición estratégica relativa de cada uno de los proyectos. La técnica de calendarización con sus reglas definidas, no admite la distinción entre proyectos más críticos y otros menos importantes, aquellos proyectos que resultan más interesantes e importantes para la organización de sus pares que no desvelan a la gerencia. La metodología de calendarización debe proveer métodos para proteger aquellos proyectos que resultan más relevantes privilegiándolos respecto de otros. ¿Pero esto se materializa con la asignación preferencial de recursos específicos y una mayor protección de la cantidad de recursos asignada o deberíamos focalizar en un mayor control sobre el avance del proyecto para ser capaces de corregir desvíos con la mayor anticipación posible?

Esta pregunta será respondida en lo sucesivo. Lo que sí podemos recalcar es que cualquier método que trate diferentes entidades como pares idénticos dentro de un contexto empresarial y no permita hacer distinciones entre las mismas, es deficiente. La complejidad de los negocios, la estrategia planificada (que podría ser vista en su extremo como el capricho de unos pocos) busca continuamente romper con la equivalencia entre proyectos y su status de pares. Una metodología que integre a la organización debe contar con estos mecanismos de diferenciación.

## **Roadmaps**

Un proyecto por definición tiene un comienzo y un final. Esto es un punto inobjetable, pero no significa que un proyecto por tener comienzo y final queda íntegramente limitado a esas fronteras. Existen proyectos que por más que finalicen dejan su legado a otros proyectos que lo continúan. Este es el caso con productos con roadmaps definidos. Existirá un proyecto que hará surgir el producto y luego le sucederán una cantidad planificada de otros proyectos que lo mejorarán, agregarán funcionalidades, especializarán, etc. Estos proyectos (sucedidos en la dimensión temporal) no deben ser tratados como cualquier otro proyecto ya que comparten características y conocimientos. Tratarlos como proyectos aislados dentro del montón solo haría perder las ventajas competitivas de realizar varios proyectos fuertemente relacionados.

El concepto de Roadmap no sólo consiste en versiones sucesivas de un producto sino que tiene asociadas connotaciones fuertemente orientadas a la estrategia de un producto en particular y de la organización. Es por esto, y por las mismas razones enunciadas en el punto anterior, que debe ser posible tratar de una manera diferencial estos proyectos y maximizar las ventajas relativas respecto de sus pares.

## **Económicas**

Las variables económicas siempre fueron relegadas en lo que se refiere la administración de proyectos con Critical Chain. Hay quienes podrían argumentar que sí fueron tratadas con el existente Cost buffer. El Cost buffer debió crearse ya que resultaba necesario para el costeo y presupuestación del proyecto. Se han hecho estudios para determinar ciertas técnicas de dimensionamiento de este buffer con buenos resultados. [Francis, 2005] Sin embargo, existen otros factores del ámbito económico que pueden ser tenidos en cuenta y lo que resulta más importante, aprovechar las ventajas de la administración y el conocimiento de la incertidumbre, ya vistas en lo que se refiere a la calendarización, para la presupuestación y costeo.

Todos estos conceptos serán objeto de estudio en el próximo capítulo buscando lograr una mayor integración de la técnica a lo largo de la organización y un ajuste en la escala de la misma.

## **Capítulo V - ¿Con qué podemos empezar?**

En el capítulo anterior hemos visto las razones por las cuales esta tesis aborda la integración de una técnica novedosa y prometedora como CCPM junto a una disciplina que día a día gana terreno en las organizaciones de la actualidad como es el Portfolio Management. Hemos visto que existen diversos elementos faltantes en una y otra y enumerado las ventajas que se podrían aprovechar al direccionarlos en una nueva metodología.

### **Metodología**

El primer paso para lograrlo es la conciliación de ambas disciplinas. Esto implica llevar el Portfolio Management a un terreno más concreto por un lado, y escalar CCPM por el otro. Además debe haber un punto de contacto en la conformación de ambos, si CCPM no afecta el armado del Portfolio y viceversa, la integración no resultó completa. Esta integración se verá concretamente, al desarrollar lo propuesto, en el agregado de nuevas variables a CCPM que mapeen a factores muy importantes para el portfolio management (económicos, estratégicos, etc.) y se buscará que el alcance del CCPM avance hasta cubrir el programa de sistemas de la organización en forma completa.

Esto tendrá consecuencias directas muy relevantes: las variables referentes al portfolio alcanzarán un público más amplio y permitirán entre otras cosas conocer factores estratégicos en esos microsistemas que son los proyectos. Esto fortalecerá la comunicación y hará más coherente el esfuerzo conjunto hacia un objetivo común.

Existirán por supuesto, diferentes niveles de acceso a la información según la sensibilidad de la misma y el uso que se le pueda dar. El armado “en capas” de cierta información puede trasladarse a cualquier ámbito, pero el de la estrategia resulta especialmente claro. Es importante que los elementos de la organización

conozcan la estrategia a la que se está apuntando, aunque no necesitan conocer ciertos detalles y corolarios de la misma.

Al tener elementos del Portfolio Management en el desarrollo y ejecución de los proyectos de la organización, se podrá realizar un estudio mucho más rico de los datos disponibles y de esta forma lograr métricas, alarmas y demás elementos de análisis que reflejen en forma más clara la realidad y permitan una respuesta más rápida y acertada.

### **Software**

Deberá existir para este propósito una herramienta de software que implemente lo propuesto para automatizar los procesos. Existen hoy en día herramientas que soportan el CCPM y proveen todo tipo de facilidades para su ejecución. Estas herramientas deberán desarrollarse para incluir los elementos de Portfolio Management y agregar al armado de los calendarios las nuevas variables además de brindar diferentes opciones para el control, que faciliten una supervisión adecuada.

## **Capítulo VI - Critical Map – ¿cómo planificar?**

La planificación de Critical Map es una adaptación de la versión multi proyecto de Critical Chain, por lo que sigue los mismo lineamientos y agrega los nuevos propuestos en el presente trabajo. La propuesta es continuar el mismo caso ya visto en la introducción a CCPM multi proyecto e ir integrando las nuevas características para ver paso a paso su evolución. Es importante partir de un caso simple para no perder de vista el objetivo de explicar la metodología aunque vale la aclaración que la metodología escala a casos reales de mayor envergadura sin mayores inconvenientes, pero con la necesidad de un software que la administre.

Debemos aclarar que la técnica actual no ignora el factor estratégico, pero lo relega a una posición secundaria y lo integra solamente para la priorización de los proyectos (precedida en importancia por la maximización de la variable “*throughput*”). Además, la estrategia queda oculta luego de la calendarización y no hay forma de controlarla. Esta posición se ve claramente en [Leach, 2000] que luego de posicionar a la maximización del “*throughput*” como criterio principal para la priorización menciona: “Otro criterio legítimo para considerar en la priorización de los proyectos sería el objetivo de la compañía. Por ejemplo, podría ser ventajoso darle prioridad a los mejores clientes”. Claramente esto no es una directiva metódica para la aplicación de la estrategia en la priorización de los proyectos.

Por otro lado, la técnica actual también incluye el elemento de costeo en la planificación pero también en forma secundaria y relegada a “conciliar” la misma con el resto de los procesos de la organización como es el costeo y financiamiento. No son aprovechadas las ventajas de la planificación de Critical Chain ni tampoco se busca optimizar el resultado manejando la incertidumbre como se planteó en el armado de los calendarios.

## **Estrategia**

### **Objetivos**

- Integrar la estrategia a la planificación y control en forma metódica.
- Proteger la estrategia contra factores que puedan comprometerla.
- Hacer visible y pública (en distintos niveles de exposición) la inclusión de la estrategia en la planificación y control.

### **Priorización de los proyectos**

La priorización de los proyectos debe realizarse en primera instancia teniendo en cuenta su participación efectiva alineada a la estrategia de la empresa. Esta información debe provenir de la alta gerencia y pasar por la oficina de proyectos donde debe tomar la forma de un valor preciso, un percentil respecto del resto de los proyectos. Uno podría pensar que puede ser muy difícil lograr este valor teniendo en cuenta la cantidad y complejidad de proyectos que existen en una organización, pero se pueden utilizar distintas herramientas que abstraen el valor “matemático” a una serie de identificadores simples de responder con una acotada cantidad de respuestas. (En el caso expuesto, tres)

Un ejemplo de esta metodología podría ser el siguiente:

- i. Percepción de la importancia estratégica dentro de la organización. (1 – bajo, 2 – medio, 3 – alto)
- ii. Participación del negocio (1 – bajo, 2 – medio, 3 – alto)
- iii. Ventana de oportunidad (1 – extensa, 2 – media, 3 – acotada)
- iv. Interacción y/o dependencia con otros proyectos (1 – bajo, 2 – medio, 3 – alto)
- v. Impacto en la imagen de la empresa (1 – bajo, 2 – medio, 3 – alto)
- vi. Etc.

Cada una de estas preguntas tiene una relativa penetración dentro de la estrategia de la organización (definida por la alta gerencia) que también debe conocerse.

El valor numérico sería calculado como:

$$EA_i = \sum_{j=1}^n \frac{R_j * W_j}{K_j} \quad \text{Estrategia absoluta.}$$
$$ER_i = \frac{EA_i}{\sum_{i=1}^p EA_i} \quad \text{Estrategia relativa.}$$

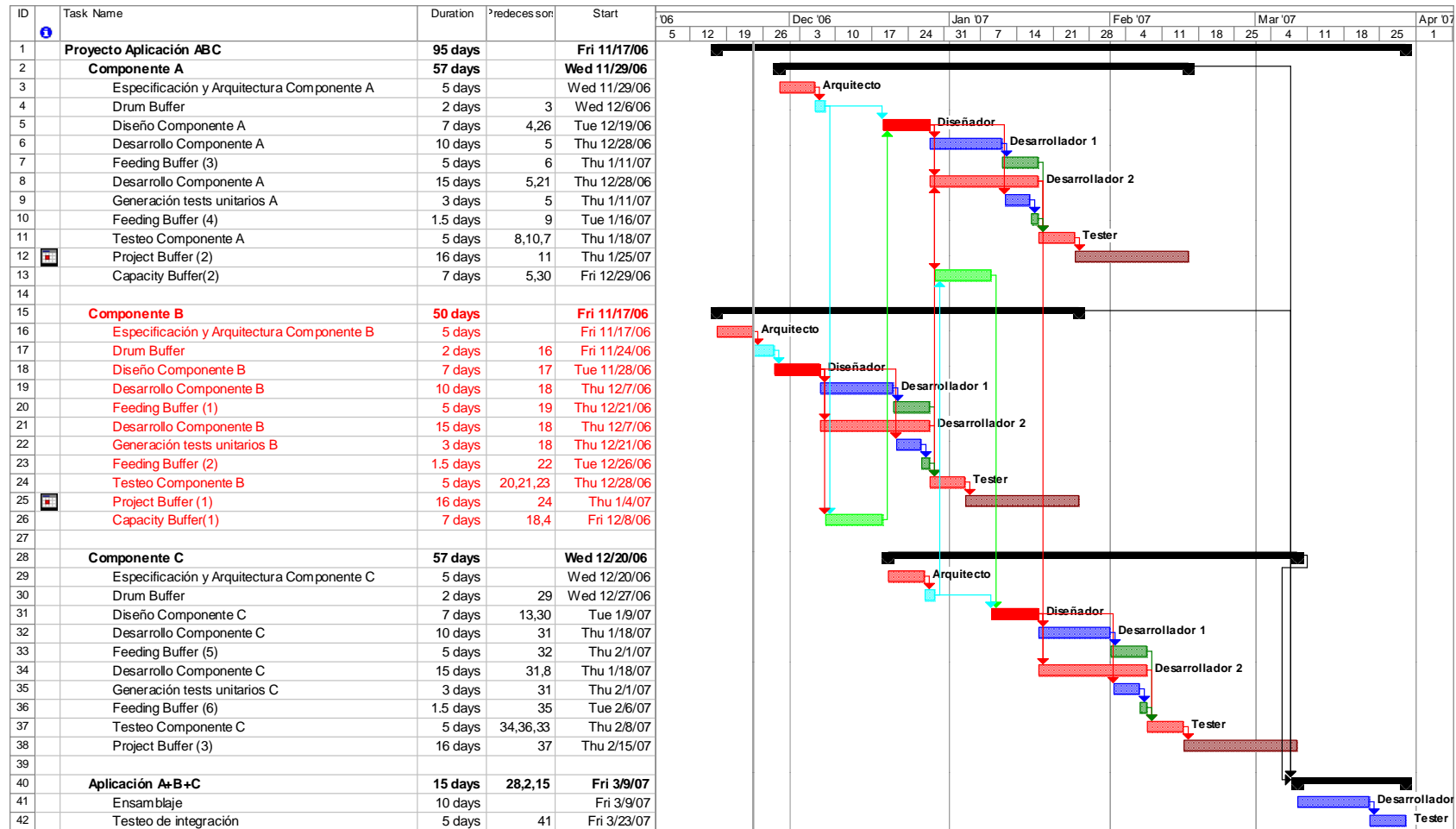
Siendo:

$$\begin{aligned} n &= \text{cantidad de preguntas.} \\ R_j &= \text{respuesta de la pregunta } J. \\ W_j &= \text{peso de la pregunta } J. \\ K_j &= \text{cantidad de respuestas para la pregunta } j. \\ p &= \text{cantidad de proyectos.} \end{aligned}$$

Contando con una lista de los proyectos ordenada en forma descendente respecto de la estrategia relativa podemos tener una buena herramienta para definir la secuencialidad de los mismos como puntapié a la organización del portafolio.

Por supuesto que pueden ser descontados de éste análisis los proyectos con calendarios contractuales y/o otra clase de restricciones que lo diferencien del resto y que fuercen un calendario más allá del resto de los proyectos.

Veamos por ejemplo el caso de nuestra planificación. Considerando el calendario propuesto podemos notar que no fue tomada en cuenta una priorización en especial para su armado ya que en principio todos los proyectos resultaban ser muy parecidos y más aún si los tres concluían en la misma aplicación. (Figura 18) ¿Qué pasaría si el componente B es un componente base que también me resulta útil en otras aplicaciones que podría plantear en un futuro o incluso podría ser comercializado en forma independiente?



**Figura 18 - Priorización de los proyectos. Los proyectos se rankean en base a algún sistema de puntuación y se ordenan en forma descendente para armar el calendario teniendo en cuenta esta información. La estrategia debe ser una parte fundamental del sistema de puntuación.**



En este caso, el componente B ganaría valor relativo en lo concerniente a las preguntas 2 y 4 planteadas en nuestro método de ranqueo de proyectos (Participación del negocio - Interacción y/o dependencia con otros proyectos).

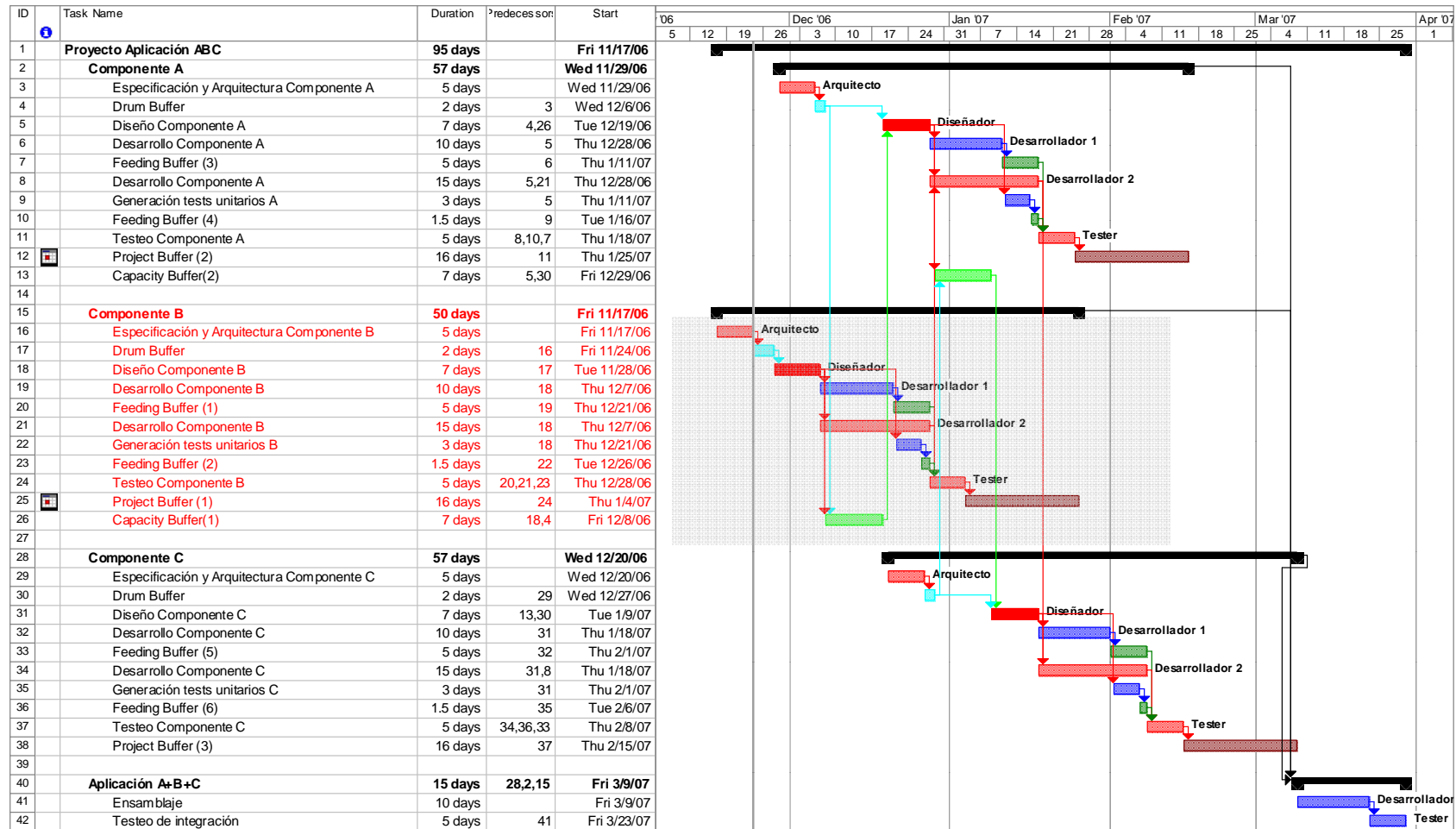
Esto nos está diciendo que el componente B gana importancia relativa al resto de los proyectos, algo por lo que la planificación deberá responder. Por lo tanto, debido a nuestro ranqueo de los proyectos, el calendario debería ser modificado para que el componente B (que ganó el máximo puntaje) quede en primer lugar en nuestra lista ordenada de proyectos y que se priorice de esta forma su ejecución.

Al ser modificado el ordenamiento de los proyectos, se debe volver al proceso de armado del calendario multi proyecto y generar el resultado que esperamos. Obviamente el proceso de priorización estaría ubicado previo al armado del calendario final en un proceso real para evitar estos falsos calendarios. (Figura 19)

Al no distinguirse los componentes A y C en sus características (por lo que recibieron el mismo puntaje) resulta indistinto para el armado del calendario y en el ejemplo se mantuvo el orden alfabético pero podría haberse elegido cualquier otro.

### **Roadmaps**

El factor roadmaps, como un elemento clave dentro de la estrategia de ciertos tipos de organizaciones, queda incorporado a la planificación mediante el ranqueo previamente propuesto. En el armado del checklist de priorización, se deberá tener en cuenta la importancia que tienen los roadmaps dentro de la organización. Existen empresas con un modelo de negocios que tiende a los productos stand alone mientras otras enfocan sus esfuerzos en lograr cadenas de productos fuertemente entrelazadas que generen un mercado cautivo y evolucionen a medida que el roadmap avanza. Estas últimas deberán pesar fuertemente esta arista y hasta podrían tener una sección completa de ranqueo de un proyecto en base a su participación en un determinado roadmap de un producto.



**Figura 19 - Priorización de los proyectos. Los proyectos se rankean en base a algún sistema de puntuación y se ordenan en forma descendente para armar el calendario teniendo en cuenta esta información. La estrategia debe ser una parte fundamental del sistema de puntuación.**

### **Ratio Buffers**

Finalmente, y como parte sustancial del plan de proyectos, se deben definir los llamados Ratio Buffers que son diferentes a los tradicionales ya que no representan físicamente un recurso ni se pretende relacionarlos con el resto de las tareas del calendario.

Los ratio buffers servirán al seguimiento y control para que, mediante un tablero de control, la gerencia (o aquel interesado) pueda conocer las características cualitativas de elementos no tan visibles del portfolio como la estrategia.

Los ratio buffers tendrán asociados umbrales para los cuales se encontrarán en valores seguros o dispararán una alarma para su tratamiento. Todos estos detalles se verán con mayor profundidad en lo próximo.

## **Costos**

### **Objetivos**

- Aprovechar las ventajas de Critical Chain Project Management para el costeo en los proyectos y en la organización.
- Administrar la incertidumbre del costeo tal como fue administrada la incertidumbre en los tiempos de ejecución de las tareas.
- Buscar optimizar el uso y disposición de los recursos monetarios del proyecto y la organización.

### **Integrated Cost Buffer**


CCPM, como ya hemos visto anteriormente, hace referencia a un cost buffer asociado a un proyecto en particular, aunque de manera superficial y hasta poco comprometida. El cost buffer de CCPM busca de alguna forma poder conciliar la nueva metodología de administración de proyectos y calendarización con los viejos sistemas de costeo. Está de más

decir que aquellos no admiten la idea de calendarios “difusos” en los cuales las duraciones de las tareas, esto es, consumo de recursos, no está predeterminada en forma concluyente. CCPM “concilia” estos dos sectores de la empresa: el de planificación y ejecución de proyectos con el de financiamiento o costeo proveyendo un cost buffer que es el excedente de costo más probable del proyecto teniendo en cuenta las variaciones esperadas debido a la forma en que el mismo fue armado. De esta forma, el costeo se puede realizar de manera tradicional. Se han realizado esfuerzos últimamente para mejorar el dimensionamiento de este cost buffer y hacerlo más preciso pero siempre bajo la misma iniciativa de “ajustar” la nueva disciplina a los tradicionales sistemas de costeo. [Francis, 2005]

Aquellos entusiastas en CCPM se ven decepcionados por la poca importancia que se le da al costeo que siendo uno de los cimientos más relevantes de los proyectos debe ser tratado con proporcional importancia.

Para poder realizar su trabajo y proveer los recursos monetarios en tiempo y forma, el sector de financiamiento de los proyectos en una empresa necesita conocer el consumo de recursos en función del tiempo y sus posibles desvíos, pero no de un proyecto en particular, sino del portfolio completo de proyectos presentes y futuros.

Ilustrando esto último usando nuestro proyecto de referencia podemos ver el cash flow que se debería proveer para que cada uno de los proyectos no sufra la hambruna de financiación. Para el calculo de costos se utilizaron valores de referencia para los distintos roles como muestra la Figura 20.

ID		Resource Name	Type	Std. Rate
1		Arquitecto	Work	\$30.00/hr
2		Diseñador	Work	\$20.00/hr
3		Desarrollador 1	Work	\$10.00/hr
4		Desarrollador 2	Work	\$10.00/hr
5		Tester	Work	\$10.00/hr

**Figura 20 - Costo recursos**

	Días	Recurso	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	12/17	12/24	12/31	1/7	1/14	1/21	1/28	2/4	2/11	2/18	2/25	3/4
Proyecto Aplicación ABC	95																		
Componente A	57																		
Especificación y Arquitectura Componente A	5	Arquitecto			\$720.00	\$480.00													
Drum Buffer	2																		
Diseño Componente A	7	Diseñador						\$640.00	\$480.00										
Desarrollo Componente A	10	Des. 1							\$160.00	\$400.00	\$240.00								
Feeding Buffer (3)	5																		
Desarrollo Componente A	15	Des. 2							\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00							
Generación tests unitarios A	3	Tester									\$160.00	\$80.00							
Feeding Buffer (4)	1.5																		
Testeo Componente A	5	Tester										\$160.00	\$240.00						
Project Buffer (2)	16																		
Capacity Buffer(2)	7																		
Cashflow A					\$720.00	\$480.00		\$640.00	\$800.00	\$800.00	\$800.00	\$480.00	\$240.00						
Componente B	50																		
Especificación y Arquitectura Componente B	5	Arquitecto	\$240.00	\$960.00															
Drum Buffer	2																		
Diseño Componente B	7	Diseñador			\$640.00	\$480.00													
Desarrollo Componente B	10	Des. 1				\$160.00	\$400.00	\$240.00											
Feeding Buffer (1)	5																		
Desarrollo Componente B	15	Des. 2				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00										
Generación tests unitarios B	3	Tester						\$160.00	\$80.00										
Feeding Buffer (2)	1.5																		
Testeo Componente B	5	Tester							\$160.00	\$240.00									
Project Buffer (1)	16																		
Capacity Buffer(1)	7																		
Cashflow B			\$240.00	\$960.00	\$640.00	\$800.00	\$800.00	\$800.00	\$480.00	\$240.00									
Componente C	57																		
Especificación y Arquitectura Componente C	5	Arquitecto						\$720.00	\$480.00										
Drum Buffer	2																		
Diseño Componente C	7	Diseñador									\$640.00	\$480.00							
Desarrollo Componente C	10	Des. 1										\$160.00	\$400.00	\$240.00					
Feeding Buffer (5)	5																		
Desarrollo Componente C	15	Des. 2										\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00				
Generación tests unitarios C	3	Tester												\$160.00	\$80.00				
Feeding Buffer (6)	1.5																		
Testeo Componente C	5	Tester													\$160.00	\$240.00			
Project Buffer (3)	16																		
Cashflow C								\$720.00	\$480.00		\$640.00	\$800.00	\$800.00	\$800.00	\$480.00	\$240.00			
Cashflow ABC			\$240.00	\$960.00	\$1,360.00	\$1,280.00	\$800.00	\$2,160.00	\$1,760.00	\$1,040.00	\$1,440.00	\$1,280.00	\$1,040.00	\$800.00	\$480.00	\$240.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00

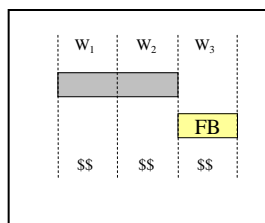
Figura 21 - Cash flow inicial de los tres proyectos concurrentes

La Figura 21 muestra los valores semanales que se deberán desembolsar para mantener los proyectos en regla. (La granularidad del cash flow fue elegida semanalmente por cuestiones de claridad del resultado y para facilitar su análisis. La misma podría ser elegida de manera diferente según las características de la organización)

En esta primera aproximación no notamos la influencia de CCPM sobre el presupuesto aunque presentimos que ésta debería existir. Aquella premisa que nos llevó a estimar las tareas de manera optimista debe estar respaldada por un mecanismo que asegure que en caso de ser necesario, los refuerzos que requiera el proyecto estarán disponibles.

La distribución de estos costos adicionales potenciales requiere de cierto análisis. Es necesario determinar en qué momento podrían ser utilizados y de esta forma tomar las medidas necesarias para garantizar su disposición.

La distribución del cost buffer relacionado a una única tarea resulta trivial. El recurso económico debe estar disponible para el momento en que terminaría la tarea, por si ésta no llegara a completarse. Como vemos en la Figura 22, donde una única tarea alimenta a la cadena crítica mediante un feeding buffer, esto resulta muy sencillo.



**Figura 22 - Costeo de una única tarea**

En el ejemplo tenemos una tarea que dura 2 semanas donde se debe desembolsar “\$\$” en cada una para financiar los trabajos. El feeding buffer asociado a esta tarea es de una semana e inmediatamente sucede la finalización de la misma. Para financiar este feeding buffer se necesitarán “\$\$” disponibles en esa semana.

Un escenario más complicado se presenta cuando existen una serie de tareas que le dan origen al cost buffer. La dificultad reside en que las tareas que conforman la cadena podrían tener asociado un valor de recurso

diferente por lo que de alguna forma debe planificarse el desembolso en función del tiempo siguiendo estas premisas.

Como podemos ver en la Figura 23, existen dos posibilidades que se deben tener en cuenta: cuando la tarea precedente tiene un valor/tiempo mayor a la que la sucede y viceversa. Cabe aclarar que la tarea A tiene un costo de “\$\$” semanales mientras que la tarea B tiene la mitad de costo: “\$” semanal.

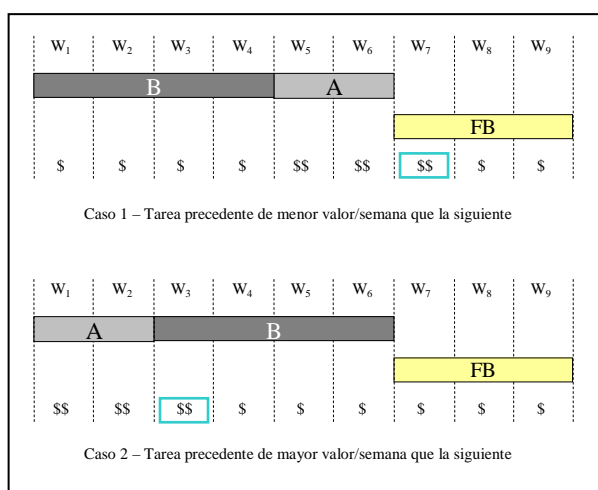


Figura 23 - Costeo de una secuencia de tareas

La clave para el análisis de estas dos situaciones es pensar qué es lo que podría suceder en función del tiempo y que necesidades de costo tendría cada uno de estos escenarios.

En el primer caso, y el más sencillo vemos que el feeding buffer consiste en 3 semanas (la mitad de la suma de las tareas que lo originan) pero que la distribución del cashflow en esas tres semanas es desigual. La primera semana necesita “\$\$” debido a que debe prever la posibilidad que la tarea B se complete en tiempo y forma pero que la tarea A se retrase. En ese caso, si no se contempla reservar “\$\$” para esa semana, no será posible ejecutarla.

El segundo caso sigue el mismo razonamiento. Uno esperaría tener en la tercer semana un costo esperado de solo “\$” ya que la tarea que se supone se ejecutará solo requiere de eso. Pero debe entenderse que la tarea A podría estirarse una semana más como lo prevé el feeding buffer por lo que se deben reservar los recursos para poder ejecutarla. Es por esto que

la tercera semana necesitará, pese al primer pronóstico, de dos unidades de costo para asegurar la ejecución.

Es interesante recalcar que la suma del costo en el primer y segundo caso, como lo hubiésemos esperado, resulta idéntica. Además, el cashflow que estamos mostrando es el planificado. En el momento de ejecución, éste no debe ser estático y debe ajustarse según se manifiesten o no las contingencias.

En las Figura 26 y Figura 27 podremos ver estos costos prorrateados en nuestro portfolio de ejemplo. El caso más complicado de prorrateo del cost buffer se da en nuestro ejemplo solamente en el Project buffer ya que éste tiene asociadas las tareas de la cadena crítica que difieren en su costo unitario, el resto de los buffers tienen asociada una única tarea por lo que el análisis es más sencillo. Es por esto que en la primera aproximación fueron considerados los feeding, capacity y drum buffers y para completar el análisis, en segundo lugar, el Project buffer.

Para explicar la tabla y específicamente los cálculos realizados para conformarla, empezaremos con el caso más simple que es el de cualquier buffer que sucede a una única tarea. Tomemos como ejemplo el Feeding Buffer (1). Este buffer resguarda un posible retraso en el desarrollo del componente B por parte del Desarrollador 1, ese tiempo de contingencia está dimensionado en el feeding buffer y consiste de 5 días. ¿Cómo distribuiremos el costo de esos 5 días en nuestro calendario para estimar el cashflow? Asumiremos que el desarrollador 1 tendrá que seguir trabajando en su tarea 5 días más por lo que deberemos contar con el presupuesto para cubrir estos 5 días. Como vemos en la tabla de cashflow, reservaremos \$160 (2 días del desarrollador 1) completando de esta forma la semana del 17/12 para ese desarrollador y además \$240 adicionales (3 días más) para la semana siguiente, completando de esta forma los 5 días de contingencia.

En segundo lugar pasaremos a explicar como fue distribuido el costo del Project buffer en nuestro ejemplo. Como hemos dicho anteriormente, al no ser homogénea (en costo) la cadena crítica (esto será así en la gran mayoría de los proyectos) se debe analizar con especial cuidado la forma de distribuir el costo y aplicar lo expuesto anteriormente. Es por esto que buscaremos aquella secuencia de eventos (teniendo en cuenta los posibles movimientos del calendario) que provoque la máxima exigencia de cashflow para poder cubrir de esta forma el proyecto de cualquier escenario posible.

Analicemos en primer lugar los requerimientos de costos de la cadena crítica:



	Días	Recurso	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	12/17	12/24	12/31	1/7	1/14	1/21
Componente B	50												
Especificación y Arquitectura Componente B	5	Arquitecto	\$240.00	\$960.00									
Diseño Componente B	7	Diseñador			\$640.00	\$480.00							
Desarrollo Componente B	15	Des. 2				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00				
Testeo Componente B	5	Tester							\$160.00	\$240.00			

**Figura 24 - Requerimientos de costos de la cadena crítica**

Sabemos que todo el costo que hemos reservado en el Project buffer está destinado a cubrir algún retraso en esta cadena de tareas. En primer lugar veamos cómo está conformado (en costo) el Project buffer. Teniendo en cuenta que el mismo fue dimensionado como la mitad de la duración total de la cadena crítica esto significa que la secuencia de tareas tiene una posibilidad asumida de extenderse la mitad de su tiempo de duración. Utilizando esto último podemos segmentar el costo del Project buffer en partes, cada una valuada en la mitad del costo de la cadena de tareas que respalda. De esta forma, teniendo en cuenta los valores/hora enunciados, podemos desglosar el Project buffer de la siguiente forma:

- Arquitecto: 2.5 días, \$600. (\$240/día)
- Diseñador: 3.5 días, \$560. (\$160/día)
- Desarrollador y Tester: 10 días, \$800. (\$80/día)

Total Project buffer: 16 días, \$1960.

Hemos combinado las tareas de desarrollo y testing ya que poseen el mismo valor hora, resultando de esta forma, idénticas para nuestro análisis. Ahora, analicemos cuales son todas aquellas posibles contingencias que pudieran ocurrir.

- Se atrasa (a), (b) o (c) solamente.
- Se atrasan (a) y (c), o (b) y (c), o (a) y (b) solamente.
- Se atrasan (a), (b) y (c).

Como podemos ver, existen  $2^n - 1$  posibilidades (no consideramos una posibilidad que ninguna se atrase ya que no resulta de utilidad para el análisis de distribución del costo del Project buffer) siendo n la cantidad de tareas consecutivas de diferente valor hora. Rápidamente se puede apreciar que el problema representa un desafío numérico más que intelectual aunque intentaremos ejemplificar de todas formas el cálculo para comprender de mejor manera la técnica de distribución.

En la Figura 25 podemos apreciar la distribución del costo para los tres casos del punto 2 y el caso del punto 5. (Los casos del punto 1 resultan una simplificación trivial de los otros por lo cual no se desarrollará)

	Días	Recurso	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	12/17	12/24	12/31	1/7	1/14	1/21
Componente B	50												
Especificación y Arquitectura Componente B	5	Arquitecto	\$240.00	\$960.00									
Diseño Componente B	7	Diseñador			\$640.00	\$480.00							
Desarrollo Componente B	15	Des. 2				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00				
Testeo Componente B	5	Tester							\$160.00	\$240.00			
Cost buffer según retraso de:		a+b+c		\$240.00	\$280.00	\$160.00	\$160.00			\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
		a+c		\$240.00	\$280.00	\$120.00	\$40.00			\$160.00	\$400.00	\$160.00	
		b+c		\$160.00	\$160.00					\$160.00	\$320.00		
		a+b		\$240.00	\$280.00	\$160.00	\$160.00			\$160.00	\$160.00		

**Figura 25 - Distribución del costo en diferentes escenarios**

Podemos ver que el caso en que a, b y c se retrasan es el que maximiza la exigencia de cashflow en nuestro proyecto y será éste el ejemplo que analizaremos.

El proyecto comienza con 5 días de arquitectura, el máximo retraso (planificado) que se pudiera dar en este momento es de 2.5 días luego de finalizados los 5 primeros. En la semana del 19/11 tenemos presupuestados 4 días del arquitecto y por ello agregaremos uno más para completar los 5 días de la semana. De esta forma agregaremos el costo de un día de arquitecto en la semana del 19/11. (\$240 como se aprecia en la tabla)

Continuando con la semana del 26/11, sabemos que aún debemos reservar un día y medio más del arquitecto seguido por 7 días del diseñador. Como se trata de tareas consecutivas, solo podemos asignar 5 días-hombre en esta semana por lo que estos 5 días estarán conformados por un día y medio del arquitecto y 3 días y medio del diseñador. El costo de esta semana asciende a  $\$360 + \$560 = \$920$ . Como vemos, ya tenemos un presupuesto de \$640 asignado a esa semana por lo que nuestro potencial defasaje resultaría en \$280, siendo éste el valor del cost buffer para esa semana. De manera similar se continúan analizando los requerimientos de presupuesto de los diferentes escenarios para el portfolio completo resultando en los números indicados en las Figura 26 y Figura 27.

Este ejemplo no representa la mejor distribución del cashflow posible, existe una optimización inclusive mayor respecto del análisis del mínimo desembolso en función del tiempo que resulta de considerar todos los movimientos posibles del calendario ya que aquellas tareas relacionadas se mueven en conjunto por lo que podría darse la situación de que costos excedentes planificados ya estén cubiertos por otros. Como hemos dicho en lo previo, estas situaciones representan un desafío numérico más que intelectual por lo que este aspecto quedará planteado aunque no aplicado en nuestro ejemplo por no contar con una herramienta automatizada necesaria para el cálculo. Esta herramienta se incluirá como recomendación en la sección de trabajos futuros.

	Días	Recurso	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	12/17	12/24	12/31	1/7	1/14	1/21	1/28	2/4	2/11	2/18	2/25	3/4	3/11
Proyecto Aplicación ABC	95																			
Componente A	57																			
Especificación y Arquitectura Componente A	5	Arquitecto			\$720.00	\$480.00														
Drum Buffer	2				\$480.00															
Diseño Componente A	7	Diseñador					\$640.00	\$480.00												
Capacity Buffer(2)	7							\$320.00	\$800.00											
Desarrollo Componente A	10	Des. 1						\$160.00	\$400.00	\$240.00										
Feeding Buffer (3)	5								\$160.00	\$240.00										
Desarrollo Componente A	15	Des. 2						\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00									
Generación tests unitarios A	3	Tester								\$160.00	\$80.00									
Feeding Buffer (4)	1.5										\$120.00									
Testeo Componente A	5	Tester									\$160.00	\$240.00								
Project Buffer (2)	16																			
Cost Buffer (2)					\$480.00			\$320.00	\$800.00	\$160.00	\$360.00									
Cashflow A					\$720.00	\$960.00		\$640.00	\$1,120.00	\$1,600.00	\$960.00	\$840.00	\$240.00							
Componente B	50																			
Especificación y Arquitectura Componente B	5	Arquitecto	\$240.00	\$960.00																
Drum Buffer	2			\$240.00																
Diseño Componente B	7	Diseñador			\$640.00	\$480.00														
Capacity Buffer(1)	7				\$320.00	\$800.00														
Desarrollo Componente B	10	Des. 1			\$160.00	\$400.00	\$240.00													
Feeding Buffer (1)	5						\$160.00	\$240.00												
Desarrollo Componente B	15	Des. 2				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00											
Generación tests unitarios B	3	Tester						\$160.00	\$80.00											
Feeding Buffer (2)	1.5								\$120.00											
Testeo Componente B	5	Tester						\$160.00	\$240.00											
Project Buffer (1)	16																			
Cost Buffer (1)				\$240.00	\$240.00	\$320.00	\$800.00	\$160.00	\$360.00											
Cashflow B			\$240.00	\$1,200.00	\$880.00	\$1,120.00	\$1,600.00	\$960.00	\$840.00	\$240.00										
Componente C	57																			
Especificación y Arquitectura Componente C	5	Arquitecto						\$720.00	\$480.00											
Drum Buffer	2							\$480.00												
Diseño Componente C	7	Diseñador								\$640.00	\$480.00									
Desarrollo Componente C	10	Des. 1									\$160.00	\$400.00	\$240.00							
Feeding Buffer (5)	5											\$160.00	\$240.00							
Desarrollo Componente C	15	Des. 2									\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00						
Generación tests unitarios C	3	Tester										\$160.00	\$80.00							
Feeding Buffer (6)	1.5												\$120.00							
Testeo Componente C	5	Tester											\$160.00	\$240.00						
Project Buffer (3)	16																			
Cost Buffer (3)								\$480.00					\$160.00	\$360.00						
Cashflow C								\$720.00	\$960.00		\$640.00	\$800.00	\$800.00	\$960.00	\$840.00	\$240.00				
Total Cost Buffer				\$240.00	\$240.00	\$800.00	\$800.00	\$160.00	\$1,160.00	\$800.00	\$160.00	\$360.00		\$160.00	\$360.00					
Cashflow ABC			\$240.00	\$1,200.00	\$1,600.00	\$2,080.00	\$1,600.00	\$2,320.00	\$2,920.00	\$1,840.00	\$1,600.00	\$1,640.00	\$1,040.00	\$960.00	\$840.00	\$240.00				

Figura 26 - Prorratio de los feeding, capacity y drum buffers en el cost buffer

	Días	Recurso	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	12/17	12/24	12/31	1/7	1/14	1/21	1/28	2/4	2/11	2/18	2/25	3/4	3/11
Proyecto Aplicación ABC	95																			
Componente A	57																			
Especificación y Arquitectura Componente A	5	Arquitecto			\$720.00	\$480.00														
Drum Buffer	2				\$480.00															
Diseño Componente A	7	Diseñador						\$640.00	\$480.00											
Capacity Buffer(2)	7								\$320.00	\$800.00										
Desarrollo Componente A	10	Des. 1							\$160.00	\$400.00	\$240.00									
Feeding Buffer (3)	5									\$160.00	\$240.00									
Desarrollo Componente A	15	Des. 2							\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00								
Generación tests unitarios A	3	Tester								\$160.00	\$80.00									
Feeding Buffer (4)	1.5										\$120.00									
Testeo Componente A	5	Tester									\$160.00	\$240.00								
Project Buffer (2)	16					\$240.00			\$160.00	\$40.00			\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00		
Cost Buffer (2)						\$720.00			\$480.00	\$840.00	\$160.00	\$360.00	\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00		
Cashflow A					\$720.00	\$1,200.00		\$640.00	\$1,280.00	\$1,640.00	\$960.00	\$840.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00			
Componente B	50																			
Especificación y Arquitectura Componente B	5	Arquitecto	\$240.00	\$960.00																
Drum Buffer	2			\$240.00	\$240.00															
Diseño Componente B	7	Diseñador			\$640.00	\$480.00														
Capacity Buffer(1)	7					\$320.00	\$800.00													
Desarrollo Componente B	10	Des. 1				\$160.00	\$400.00	\$240.00												
Feeding Buffer (1)	5							\$160.00	\$240.00											
Desarrollo Componente B	15	Des. 2				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00											
Generación tests unitarios B	3	Tester						\$160.00	\$80.00											
Feeding Buffer (2)	1.5								\$120.00											
Testeo Componente B	5	Tester							\$160.00	\$240.00										
Project Buffer (1)	16			\$240.00	\$280.00	\$160.00	\$160.00			\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00							
Cost Buffer (1)				\$480.00	\$520.00	\$480.00	\$960.00	\$160.00	\$360.00	\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00							
Cashflow B			\$240.00	\$1,440.00	\$1,160.00	\$1,280.00	\$1,760.00	\$960.00	\$840.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00							
Componente C	57																			
Especificación y Arquitectura Componente C	5	Arquitecto						\$720.00	\$480.00											
Drum Buffer	2								\$480.00											
Diseño Componente C	7	Diseñador									\$640.00	\$480.00								
Desarrollo Componente C	10	Des. 1										\$160.00	\$400.00	\$240.00						
Feeding Buffer (5)	5												\$160.00	\$240.00						
Desarrollo Componente C	15	Des. 2										\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00					
Generación tests unitarios C	3	Tester											\$160.00	\$80.00						
Feeding Buffer (6)	1.5													\$120.00						
Testeo Componente C	5	Tester													\$160.00	\$240.00				
Project Buffer (3)	16								\$240.00			\$160.00	\$40.00			\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Cost Buffer (3)									\$720.00			\$160.00	\$40.00	\$160.00	\$360.00	\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Cashflow C								\$720.00	\$1,200.00		\$640.00	\$960.00	\$840.00	\$960.00	\$840.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Total Cost Buffer				\$480.00	\$520.00	\$1,200.00	\$960.00	\$160.00	\$1,560.00	\$1,000.00	\$560.00	\$920.00	\$360.00	\$560.00	\$760.00	\$560.00	\$560.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Cashflow ABC			\$240.00	\$1,440.00	\$1,880.00	\$2,480.00	\$1,760.00	\$2,320.00	\$3,320.00	\$2,040.00	\$2,000.00	\$2,200.00	\$1,400.00	\$1,360.00	\$1,240.00	\$800.00	\$560.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00

Figura 27 - Prorratio de los project buffers en el cost buffer

### **Manejar la incertidumbre**

En el punto anterior hemos visto la manera de costear un portfolio de proyectos teniendo en cuenta las características distintivas del calendario gracias a la planificación CCPM, pero el mismo no se encuentra completo. Existe un elemento de incertidumbre en el mismo que, de igual manera que con el recurso “tiempo”, se puede administrar.

La forma de manejar la incertidumbre en el costeo es diferente a la propuesta por CCPM, como vimos anteriormente, el cost buffer del proyecto planteado en CCPM no resulta adecuado para el armado del cash flow ni para su ejecución. Lo propuesto por CCPM es tomar como potencial excedente del proyecto, la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del recorte de tiempo que se hizo en cada una de las tareas. Esto resulta en un número global al proyecto que no puede ser distribuido de manera racional a lo largo del tiempo y que en los casos donde el desembolso de la totalidad del presupuesto del proyecto no se realiza al comienzo de su ejecución (esto resulta en la gran mayoría de los casos), simplemente carece de sentido práctico.

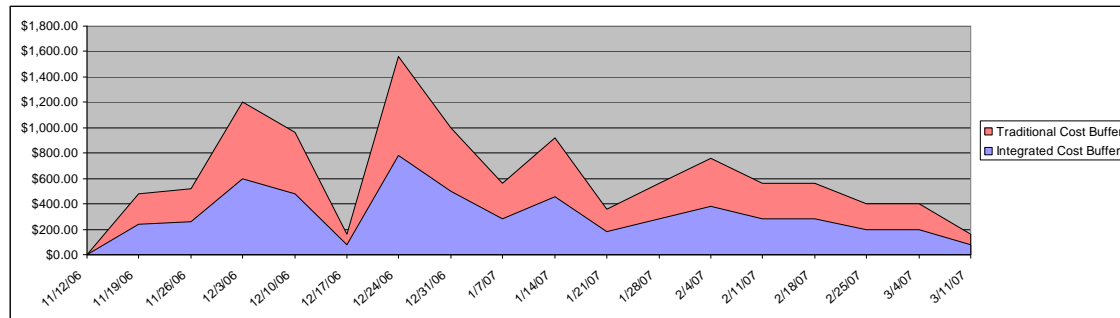
Esta administración de la incertidumbre está basada en que la suma de los posibles retrasos de las tareas es excesiva como protección ya que probabilísticamente es poco común que todas las tareas (como conjunto) se atrasen a su máximo. Es por esto que plantea tomar la raíz cuadrada de la sumatoria de los cuadrados como función. (O la mitad de la sumatoria para lograr un ejemplo más didáctico)

Nuestro buffer de costo integrado, consecuencia de esta diferente forma de construcción del cost buffer, propone administrar además la incertidumbre en forma transversal a los proyectos. Esto significa que los elementos inciertos serán los cost buffers de cada uno de los proyectos en cada uno de los momentos de desembolso. De esta forma, se logra reducir drásticamente el cashflow ya que el “total cost buffer” de la Figura 27 pasa a ser reemplazado por el integrated cost buffer que usa la misma función para su calculo que la utilizada para la administración de la incertidumbre en la alocaación de los recursos. (Como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados o como la mitad de la sumatoria para lograr un ejemplo más claro y entendible). Ver Figura 28.

	Días	Recurso	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	12/17	12/24	12/31	1/7	1/14	1/21	1/28	2/4	2/11	2/18	2/25	3/4	3/11
Proyecto Aplicación ABC	95																			
Componente A	57																			
Especificación y Arquitectura Componente A	5	Arquitecto			\$720.00	\$480.00														
Drum Buffer	2					\$480.00														
Diseño Componente A	7	Diseñador						\$640.00	\$480.00											
Capacity Buffer(2)	7								\$320.00	\$800.00										
Desarrollo Componente A	10	Des. 1							\$160.00	\$400.00	\$240.00									
Feeding Buffer (3)	5								\$160.00	\$240.00										
Desarrollo Componente A	15	Des. 2							\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00								
Generación tests unitarios A	3	Tester								\$160.00	\$80.00									
Feeding Buffer (4)	1.5										\$120.00									
Testeo Componente A	5	Tester									\$160.00	\$240.00								
Project Buffer (2)	16					\$240.00			\$160.00	\$40.00				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00	
Cost Buffer (2)						\$720.00			\$480.00	\$840.00	\$160.00	\$360.00	\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00		
Cashflow A					\$720.00	\$1,200.00		\$640.00	\$1,280.00	\$1,640.00	\$960.00	\$840.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00			
Componente B	50																			
Especificación y Arquitectura Componente B	5	Arquitecto	\$240.00	\$960.00																
Drum Buffer	2			\$240.00	\$240.00															
Diseño Componente B	7	Diseñador			\$640.00	\$480.00														
Capacity Buffer(1)	7					\$320.00	\$800.00													
Desarrollo Componente B	10	Des. 1				\$160.00	\$400.00	\$240.00												
Feeding Buffer (1)	5							\$160.00	\$240.00											
Desarrollo Componente B	15	Des. 2				\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00											
Generación tests unitarios B	3	Tester						\$160.00	\$80.00											
Feeding Buffer (2)	1.5								\$120.00											
Testeo Componente B	5	Tester							\$160.00	\$240.00										
Project Buffer (1)	16			\$240.00	\$280.00	\$160.00	\$160.00		\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00								
Cost Buffer (1)				\$480.00	\$520.00	\$480.00	\$960.00	\$160.00	\$360.00	\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00							
Cashflow B			\$240.00	\$1,440.00	\$1,160.00	\$1,280.00	\$1,760.00	\$960.00	\$840.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00							
Componente C	57																			
Especificación y Arquitectura Componente C	5	Arquitecto						\$720.00	\$480.00											
Drum Buffer	2								\$480.00											
Diseño Componente C	7	Diseñador									\$640.00	\$480.00								
Desarrollo Componente C	10	Des. 1										\$160.00	\$400.00	\$240.00						
Feeding Buffer (5)	5											\$160.00	\$240.00							
Desarrollo Componente C	15	Des. 2										\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$240.00					
Generación tests unitarios C	3	Tester											\$160.00	\$80.00						
Feeding Buffer (6)	1.5													\$120.00						
Testeo Componente C	5	Tester											\$160.00	\$240.00						
Project Buffer (3)	16								\$240.00			\$160.00	\$40.00		\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Cost Buffer (3)									\$720.00			\$160.00	\$40.00	\$160.00	\$360.00	\$160.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Cashflow C								\$720.00	\$1,200.00		\$640.00	\$960.00	\$840.00	\$960.00	\$840.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Traditional Cost Buffer			\$0.00	\$480.00	\$520.00	\$1,200.00	\$960.00	\$160.00	\$1,560.00	\$1,000.00	\$560.00	\$920.00	\$360.00	\$560.00	\$760.00	\$560.00	\$560.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Integrated Cost Buffer			\$0.00	\$240.00	\$260.00	\$600.00	\$480.00	\$80.00	\$780.00	\$500.00	\$280.00	\$460.00	\$180.00	\$280.00	\$380.00	\$280.00	\$280.00	\$200.00	\$200.00	\$80.00
Traditional Cashflow ABC			\$240.00	\$1,440.00	\$1,880.00	\$2,480.00	\$1,760.00	\$2,320.00	\$3,320.00	\$2,040.00	\$2,000.00	\$2,200.00	\$1,400.00	\$1,360.00	\$1,240.00	\$800.00	\$560.00	\$400.00	\$400.00	\$160.00
Integrated Cashflow ABC			\$240.00	\$1,200.00	\$1,620.00	\$1,880.00	\$1,280.00	\$2,240.00	\$2,540.00	\$1,540.00	\$1,720.00	\$1,740.00	\$1,220.00	\$1,080.00	\$860.00	\$520.00	\$280.00	\$200.00	\$200.00	\$80.00

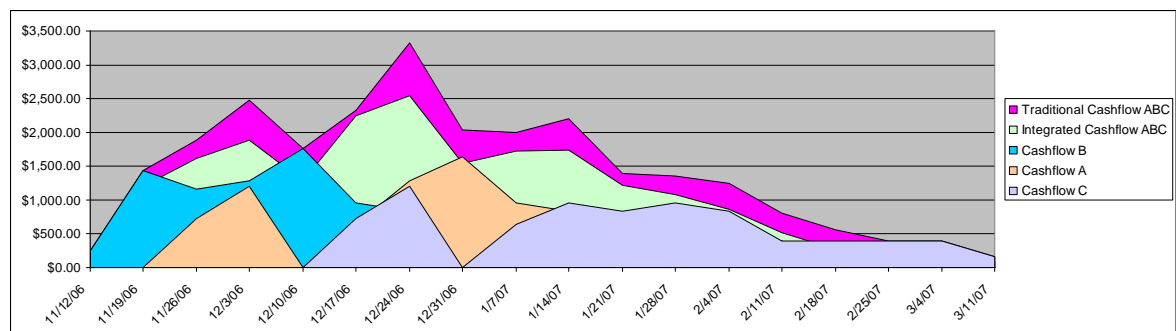
Figura 28 - Cashflow resultante con el Integrated Cost Buffer

Para poder visualizar mejor los cambios propuestos y su impacto en el cashflow del portfolio bastará con una simple mirada al gap generado en el cost buffer en su modalidad integrada y tradicional. (Figura 29)



**Figura 29 - Cost Buffer Gap**

Esta mejora, en lo que se refiere al Cost Buffer, impacta en la globalidad del cashflow como podemos ver en la Figura 30. En la misma podemos diferenciar los tres cashflows de cada uno de los proyectos concurrentes a través del tiempo. Además, el gráfico provee una clara visión del cashflow tradicional contrastado con el cashflow optimizado – o integrado – que usa los principios enunciados previamente para minimizar el margen de seguridad necesario para la ejecución de los proyectos.



**Figura 30 - Cashflow Gap**

Estos gráficos aportan un valor importante al demostrar visualmente lo que ocurre al implementar los cambios propuestos, pero el verdadero resultado lo provee la evaluación económica de proyectos. Para esto, estudiaremos el portfolio como un proyecto de inversión y buscaremos

analizar los indicadores resultantes para concluir en forma categórica sobre los avances logrados. Vale aclarar que esta evaluación se podría hacer desde el punto de vista del throughput marginal aunque hemos elegido realizarlo con los mecanismos tradicionales de evaluación de proyectos de inversión para mostrar de esta forma que las mejoras aún son considerables en empresas con este tipo de contabilidad.

Para ello tomaremos dos premisas arbitrarias. Fijaremos una tasa de interés del mercado del %10 y asumiremos que se busca una utilidad del %20 en el proyecto (sobre el cashflow panificado).

	Anual	Mensual
Tasa de interés	10%	0.83%

Partiendo de nuestro cashflow, podemos aislar el flujo de fondos generado a través del tiempo. Este flujo de fondos cuenta con la premisa de los ingresos del proyecto enunciada previamente. (Los ingresos se instrumentan al final del proyecto por un tema de simplificación, pero no afecta el concepto que se intenta demostrar)

	Flujo neto de fondos																		
	Costos Futuros																	Ingresos	
Cashflow tradicional	-240	-1440	-1880	-2480	-1760	-2320	-3320	-2040	-2000	-2200	-1400	-1360	-1240	-800	-560	-400	-400	-160	\$31,200.00
Cashflow integrado	-240	-1200	-1620	-1880	-1280	-2240	-2540	-1540	-1720	-1740	-1220	-1080	-860	-520	-280	-200	-200	-80	\$31,200.00

De esta forma, analizaremos en primera instancia el Valor Actual Neto de nuestro proyecto de inversión que es el equivalente financiero a una determinada fecha y que en nuestro caso es precisamente el inicio del proyecto. Para el cálculo utilizaremos las fórmulas enunciadas en la Figura 31.



$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{VF_i}{FA_i} \quad \text{Valor Actual Neto}$$

Donde :

$$FA_i = \frac{1}{(tasa + 1)^i} \quad \text{Factor de Actualización}$$

**Figura 31 - Cálculo del Valor Actual Neto**

Siguiendo las fórmulas, calcularemos en primera instancia los factores de actualización para cada uno de los períodos y luego, antes de exponer los valores de VAN, mostraremos el flujo de fondos actualizado.

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Factor de actualización	1.000	0.992	0.984	0.975	0.967	0.959	0.951	0.944	0.936	0.928	0.920	0.913	0.905	0.898	0.890	0.883	0.876	0.868	0.861

	Flujo descontado de fondos																		
	Costos Actuales																		Ingresos
Cashflow tradicional	-240.00	-1428.10	-1849.05	-2419.02	-1702.54	-2225.70	-3158.74	-1924.87	-1871.53	-2041.67	-1288.51	-1241.35	-1122.46	-718.19	-498.57	-353.18	-350.26	-138.95	26870.79
Cashflow integrado	-240.00	-1190.08	-1593.33	-1833.77	-1238.21	-2148.96	-2416.62	-1453.09	-1609.52	-1614.78	-1122.84	-985.78	-778.48	-466.82	-249.29	-176.59	-175.13	-69.47	26870.79

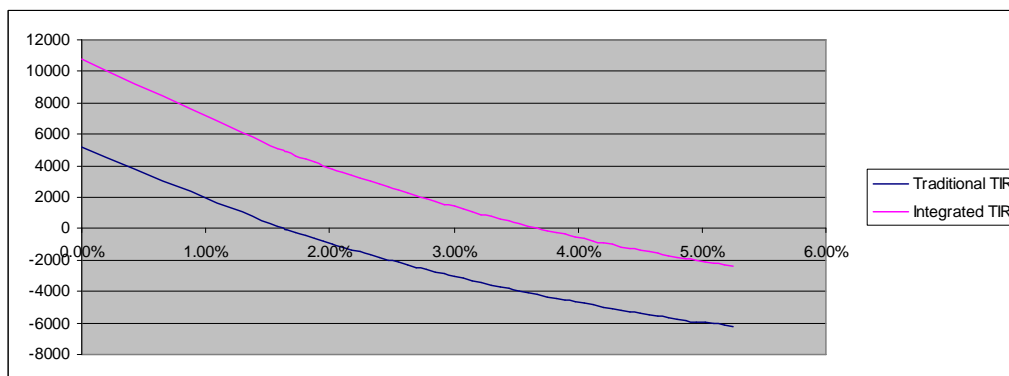
En este punto ya estamos en posición de describir algunos de los indicadores económicos:

VAN trad.	2298.10
VAN integ.	7508.03
ME trad.	-3320
ME integ.	-2540

Podemos ver que se ha logrado una mejoría en la VAN del cashflow que usa el cost buffer integrado de aproximadamente un 300% respecto de aquel que usa simplemente la suma de los cost buffers.

También se ve reducido considerablemente el riesgo financiero del portfolio cuando se analiza la Máxima Exposición (ME) a la cual sería sometido. Esta reducción arroja un valor cercano al 25%.

Finalmente, también podemos ver que al analizar el VAN en función de la tasa de interés (Figura 32), el proyecto gana atractivo frente a otras inversiones.



**Figura 32 - VAN en función de la tasa de interés (mensual).**

Al reducir su cashflow y aumentar su VAN, la tasa de interés que compita con nuestro portfolio deberá ser mucho mayor. Esto se puede ver con el calculo del TIR o Tasa Interna de Retorno que es la tasa que anula la VAN del proyecto. (Puede ser visualizada además como las raíces de las funciones delineadas en el gráfico anterior)

	Anual	Mensual
TIR trad.	19.60%	1.63%
TIR integ.	44.33%	3.69%

Con el análisis de estos indicadores, queda plasmado de forma mucho más concreta el impacto de lo propuesto.

### **Optimización**

La optimización de estos métodos requerirá de práctica, experiencia y conocimiento de los negocios de la organización. La función de distribución de los cost buffers, el dimensionamiento del mismo, el cálculo para la administración de la incertidumbre debe ajustarse a un escenario real y concreto que se irá depurando con la toma de métricas y la investigación retrospectiva de lo realizado como se verá más adelante.

Un criterio de optimización resultado del simple razonamiento lógico es la actualización constante del cash flow. Esto se refiere al hecho de que las incertidumbres del pasado ya no se deben administrar debido a que simplemente dejaron de ser inciertas. Esta “experiencia” continua durante la ejecución de los proyectos resulta muy nutritiva a la actualización del presupuesto ya que cost buffers no consumidos evitan necesitarlos en una próxima asignación. De esta manera se podría trabajar con diferenciales de cost buffers a medida que los proyectos avanzan y los mismos serían ajustados período por período.

### **Ratio Buffers**

Hasta ahora hemos visto mecanismos para la implementación de CCPM en lo relativo al Portfolio Management tales como la calendarización priorizada teniendo en cuenta la estrategia y los roadmaps y una variación al costeo de los proyectos y su requerimiento de cash flow. Otro de los objetivos que busca esta tesis, mencionado en lo previo, es el de proteger la estrategia del portfolio y proveer mecanismos de control sobre la misma.

Para diseñar estos mecanismos se debe tener muy claro que la idea no es simplemente agregar tiempos y contingencias para tratar de cubrir estas cadenas “sensibles” y “romper” de esta forma con las reglas de CC y con todo lo planteado.

El hecho de tratarse de proyectos más importantes o estratégicos no debe desvirtuar la metodología ya que justamente el agregado esporádico de contingencias es aquello que la teoría condena.

Al aceptar esta máxima, veremos que el simple agregado de tiempo y recursos a aquellos proyectos estratégicos lejos de ser una opción potable resulta una carga excesiva a la organización, probablemente interfiera al proyecto y lo haga menos atractivo (más lento, más caro y menos flexible) y hasta eso podría impactar en su valor estratégico que fue aquello que lo puso en ese lugar en primera instancia.

Por esto mismo, lo que debemos buscar para proteger la estrategia es maximizar el control para esos proyectos permitiendo a aquellos responsables tomar acciones preventivas que vuelvan a encaminarlos a su ruta deseada. Como recurso para medir y obtener esta información hemos creado los llamados ratio buffers.

Estos nuevos buffers son concebidos principalmente como mecanismos de control. Son la síntesis de diferentes fuentes de información que representan una medición interesante de nuestra organización y en particular del portfolio. Los mismos, en primera instancia, no se asemejan a los buffers tradicionales que conocemos hasta el momento. Estos no parecieran tener correlación con la analogía que dio nacimiento a los buffers de Critical Chain que resulta de compararlos con contenedores de recursos que se van vaciando a medida que se los consume para ir agotando de esta forma una variable del campo real y que es usada como agente de control del proceso.

Esto es un concepto un poco difícil de explicar, pero si se tiene en cuenta que en el armado de los ratio buffers se usarán los tradicionales buffers combinados en distintas proporciones conjuntamente con otros indicadores, se puede ver que efectivamente estos nuevos buffers representan una magnitud real (plasmada en la función que le da origen) aunque de una manera un poco más abstracta.

### **Exposure Ratio Buffer (ERB)**

En primer lugar intentaremos medir la exposición de los proyectos (y el portfolio) respecto de la calendarización y costeo utilizando CCPM. Esta medición busca relacionar la penetración de los buffers (en sus diferentes modalidades) con cada uno de los proyectos e integrarlos en un valor consolidado.

### Construcción:

Para la construcción de este buffer buscaremos la penetración actual que tienen los buffers (feeding, Project, cost) respecto del valor ideal por separado para luego combinarlos. El cálculo de la penetración no resulta trivial. Debemos combinar las variables disponibles en una formula que represente los diferentes escenarios posibles y que sea consistente con la realidad.

Si hablamos de calcular la penetración de un buffer, los conceptos a considerar que claramente resultan indispensables son el consumo del buffer y el avance de la tarea.

El primer concepto, el del consumo del buffer es el más sencillo y como se puede observar en la Figura 33 resulta de analizar en un instante temporal determinado, la proporción de uso del buffer respecto de su valor inicial.

Un concepto más difícil de adaptar a una fórmula matemática es el del avance de la tarea. El avance de la tarea que se intenta conseguir, es el de aquella tarea, o conjunto de tareas, relacionadas con el buffer del cual se está midiendo la penetración, por lo cual como paso intermedio, se deberá definir la dependencia de las tareas respecto de los buffers que tenemos en nuestro calendario.

El mecanismo para identificar estas tareas es simplemente distinguir todas aquellas que en un principio le dieron origen al buffer. De esta forma, el feeding buffer tendrá como tareas asociadas aquellas que se encuentran en la rama no crítica pero que la alimentan, el drum buffer aquella tarea que es realizada por el recurso drum, etc. La forma de obtener el avance de una tarea determinada es sencilla y resulta de comparar el avance en un determinado instante temporal respecto de la duración total de la tarea (este avance debe ser medido de la mejor manera posible, ya sea en relación al faltante o desglosando la tarea en subtareas y contando sólo aquellas terminadas). El avance de una cadena de tareas es análogo y se puede observar también en la Figura 33.

$$BU_{ijt} = \frac{B_{ij0} - B_{ijt}}{B_{ij0}} \quad \text{Buffer usage.}$$

$$BTP_{ijt} = \frac{\sum_k (T_{k0} * P_{it})}{\sum_k T_{k0}} \quad \text{Buffer tasks progress}$$

Figura 33 – Indicadores relacionados a un Buffer

Siendo:

$i$  = proyecto  $i$ -esimo.  
 $j$  = buffer  $j$ -esimo.  
 $k$  = tarea  $k$ -esima asociada a cierto buffer.  
 $t$  = instante temporal de la medición.  
 $B_0$  = buffer inicial.  
 $B_t$  = buffer actual.  
 $T_{k0}$  = tiempo de la tarea  $k$ -esima.  
 $P_{kt}$  = progreso de la tarea  $k$ -esima en un instante  $t$ .

Ahora debemos analizar la forma que pretendemos para nuestra función de penetración de un buffer. Ya tenemos las variables que incluiremos en nuestra fórmula que son  $BU_{ijt}$  y  $BTP_{ijt}$ , el consumo de un buffer  $j$  de un proyecto  $i$  en un determinado instante  $t$  y el avance ponderado de la tarea o conjunto de tareas que le dieron origen al buffer en el mismo momento respectivamente.

Haremos un análisis de límites para deducir nuestra formula:

- El hecho de que el avance de la tarea esté al %100 hace que la exposición del buffer sea cero, sin importar el uso del mismo.
- El hecho de que el uso del buffer esté al %0 hace que la exposición del mismo también sea cero, sin importar el avance de la tarea.
- El punto máximo de penetración se encuentra cuando el avance de la tarea es cero y el buffer ha sido consumido por completo.

Asumiendo  $x = BTP_{ijt}$  e  $y = BU_{ijt}$ , y normalizando el dominio de las variables al intervalo  $(0,1)$ , en la Figura 34 vemos una representación gráfica del análisis expuesto:

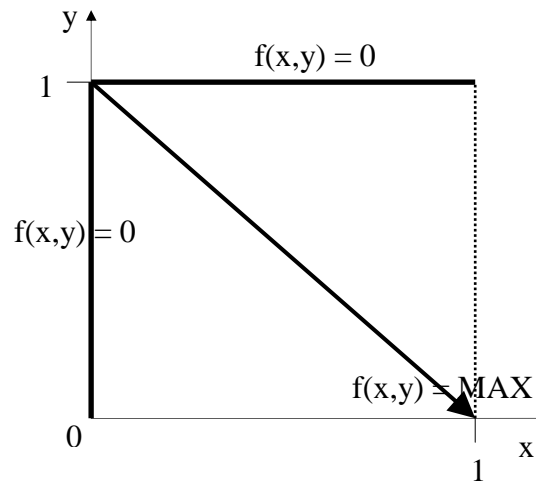
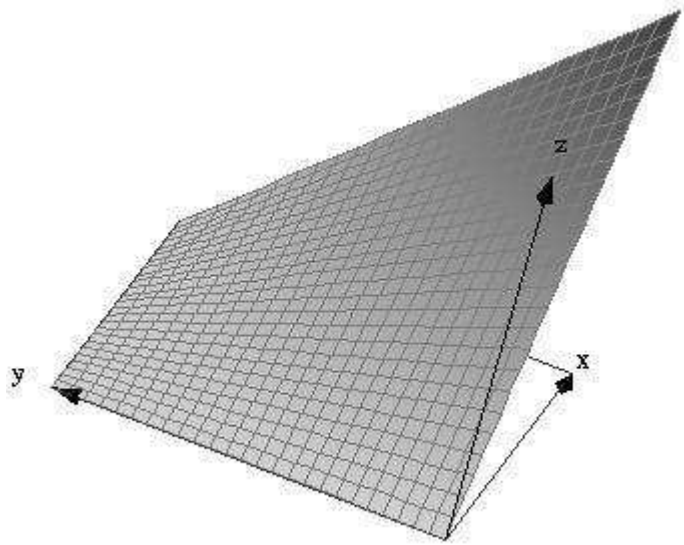


Figura 34 - Representación gráfica del análisis de límites

Un factor adicional a tener en cuenta es la forma en que la función debe crecer. Es un hecho que las penetraciones no deben ser una función directamente proporcional sino de alguna manera cuadrática o exponencial. Esto resulta evidente al visualizar que el potencial riesgo de un consumo del buffer del %60 no representa el doble de riesgo que un consumo del %30, sino claramente uno mucho mayor.

Esta última restricción nos hace pensar en una función tridimensional de penetración de buffer como la que vemos en la Figura 35.



**Figura 35 -  $f(x,y) = x - x.y$**

En este gráfico, notamos claramente el cumplimiento de las condiciones de límite propuestas anteriormente como así también la no linealidad de la función por lo que será nuestra elección para el cálculo de la penetración.

Continuando el análisis y realizando el cambio de variables necesario, llegamos a la conclusión que:

$$BP_{ijt} = BTP_{ijt} - BTP_{ijt} * BU_{ijt} \quad \text{Task Buffer penetration.}$$

De forma absolutamente análoga definimos la penetración de los buffers de costo:

$$CP_{ijt} = BTP_{ijt} - BTP_{ijt} * CBU_{ijt} \quad \text{Cost Buffer penetration.}$$

Estas penetraciones miden un único buffer, pero podemos combinar todas las penetraciones de buffers de un determinado proyecto (teniendo en cuenta el peso relativo de cada uno dentro del conjunto global) y de esta forma obtener las penetraciones de costo y tiempo de los buffers a nivel general de cada proyecto.



$$BP_{it} = \frac{\sum_{j=1}^n BP_{ijt} * B_{ij0}}{\sum_{j=1}^n B_{ij0}} \quad \text{project buffer penetration}$$

$$CP_{it} = \frac{\sum_{j=1}^n CP_{ijt} * CB_{ij0}}{\sum_{j=1}^n CB_{ij0}} \quad \text{project cost buffer penetration}$$

Finalmente debemos combinar estos dos indicadores en un buffer que será el que nos asista como medio de control. Una aproximación (la más trivial) de la penetración conjunta de ambos buffers es simplemente su promedio y esto es lo que usaremos. Además, debemos ajustar el sentido de la función ya que las penetraciones son crecientes mientras que el concepto de buffer sigue la política inversa, cuando la exposición es cero, el buffer está completo. El resultado de la construcción del Exposure Ratio Buffer para un determinado proyecto (i) en un determinado instante temporal (t) es el siguiente:

$$ERB_{it} = 1 - \frac{BP_{it} + CP_{it}}{2} \quad \text{Exposure Ratio Buffer}$$

### Strategy Exposure Ratio Buffer (SERB)

El SERB intentará proporcionar una medida del nivel de exposición que está teniendo en un debido momento la estrategia de nuestro portfolio de proyectos. Este indicador es el más importante ya que se logra plasmar el concepto abstracto de estrategia en un valor real, definido y consistente.

#### Construcción:

Para la construcción de este buffer (Figura 36) deberemos utilizar medidas que combinen la estrategia inherente al portfolio y la exposición del mismo en cierta instancia temporal. Anteriormente en este capítulo, hemos definido una fórmula que halla valor numérico a la estrategia de un proyecto

llamado Estrategia Relativa (ERi), este valor resultará especialmente central en el armado de este buffer.

$$SERB_t = \sum_{i=1}^n ER_i * ERB_{it}$$

Figura 36 - Construcción del Strategy Exposure Ratio Buffer

Siendo:

$$\begin{aligned} n &= \text{cantidad de proyectos.} \\ t &= \text{instante temporal de la medición} \\ ER_i &= \text{Estrategia relativa del proyecto } i - \text{esimo.} \\ ERB_{it} &= \text{Exposure Ratio Buffer del proyecto } i - \text{esimo.} \end{aligned}$$

Podemos analizar con notable sencillez que este indicador nos dará una magnitud del riesgo estratégico que está sufriendo el portfolio por los inconvenientes en la ejecución de los proyectos que lo componen. Cuanto más se acerque nuestra función a su valor mínimo, cero, sabremos que nuestro portfolio está en graves problemas desde el punto de vista estratégico y que probablemente aquellos proyectos con mayor relevancia no se están ejecutando exitosamente. Cuanto más se acerque nuestra función a su valor máximo, uno, sabremos en cambio que nuestro portfolio está sano desde el punto de vista estratégico. Esto significa que aquellos proyectos más relevantes están correctamente encaminados más allá de que puedan existir problemas en proyectos menores – siempre hablando en una escala estratégica.

Finalmente, en la sección correspondiente al desarrollo práctico, podremos verificar estos valores en nuestro portfolio de ejemplo contrastando diferentes escenarios y sus resultados.

## **Capítulo VII - Critical Map – ¿cómo seguir y controlar?**

Nuestro nuevo tratamiento y adaptación de CCPM al Portfolio Management no estaría completo sin un capítulo dedicado a las metodologías de seguimiento y control de lo planificado. Este apartado no pretende repasar las técnicas utilizadas por CCPM sino plantear las nuevas medidas que se agregarán a partir de lo propuesto.

El cambio propuesto en el planeamiento del calendario no afecta de manera directa el control y seguimiento del portfolio, aunque si durante la ejecución se dieran modificaciones en la apreciación estratégica de los proyectos, esto podría afectar el calendario. Al plantear esta acción de priorización en un régimen continuo notamos que este el cambio propuesto sí impactará en el seguimiento.

### **Buffers**

Los buffers no tienen sentido por sí mismos. Para darles una razón de ser deben ser utilizados como mecanismo regular de control del portfolio y deben actuar como disparadores de medidas pre-concebidas de mitigación y en el peor de los casos de corrección.

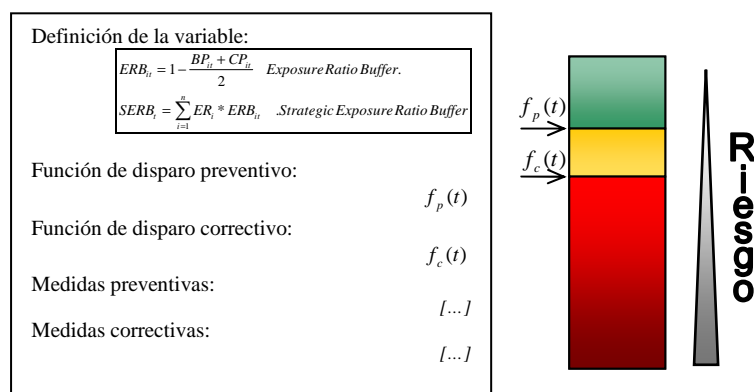
### **Alarmas**

El mejor análisis que se les puede dar a los buffers es el análisis marginal. No resulta relevante analizar el valor cuantitativo que representan sino los porcentajes de variación positivos o negativos que pudieran sufrir a través del tiempo. Es por esto que los umbrales y alarmas no se deben definir como constantes propias de la medición sino como percentiles a partir de los cuales comienza a percibirse un riesgo que debe ser manejado. Estos umbrales que disparan alarmas para su tratamiento difieren enormemente

según las características de la organización y naturaleza de sus proyectos por lo que no resultaría cauto fijarlas como verdad inexorable, pero sí podemos formalizar la manera en que deben ser definidas.

Cualquier alarma debe contar con los siguientes componentes:

- variable o conjunto de variables cuantitativas
- función de disparo preventivo
- función de disparo correctivo
- acción/es preventivas priorizadas
- acción/es correctivas priorizadas.



**Figura 37 - definición formal de una alarma**

Teniendo en cuenta lo enunciado en la Figura 37 nos faltaría detallar las acciones preventivas y correctivas más comunes para completar nuestras alarmas ya que contamos con el conjunto de variables cuantitativas respectivas (ratio buffers definidos) y hemos dicho que las funciones de disparo preventivas y correctivas no serán definidas con un valor exacto sino con un porcentaje de variación (ver Figura 38) que dependerá en su elección de las características de la organización.

$$\left. \begin{array}{l} f_p(t) = x \\ f_c(t) = y \end{array} \right\} x > y > 0, \quad x + y < 0.5 \quad \forall t$$

**Figura 38 - definición sencilla de las funciones disparadoras**

Una alternativa relativamente simple y que podría representar de mejor manera la realidad en una organización podría ser la definición discreta en intervalos de los umbrales de las funciones. (Figura 39)

$$f_p(t) = \begin{cases} x_0 & t < t_0 \\ x_1 & t_0 < t \leq t_1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & t_{n-1} < t \leq t_n \end{cases}$$

$$f_c(t) = \begin{cases} y_0 & t < t_0 \\ y_1 & t_0 < t \leq t_1 \\ \vdots & \vdots \\ y_n & t_{n-1} < t \leq t_n \end{cases}$$

donde

$$\forall x_i, y_i : x_i > y_i > 0, x_i + y_i < 0.5$$

Figura 39 - variación a la definición de las funciones disparadoras

Esta alternativa respondería de manera favorable a las diferentes realidades a las cuales enfrenta una organización y flexibiliza los umbrales para que muten de manera acorde a los eventos que ocurren en los tiempos  $t_i$ .

El proceso definido se puede apreciar en la Figura 40.

### Acciones preventivas

Las acciones preventivas no buscarán atacar en primera instancia las variables que afectan directamente al índice sino que buscarán evitar que se acentúe su declinación y hasta – indirectamente – mejore su condición debido a otros factores que podrían influir en el mismo.

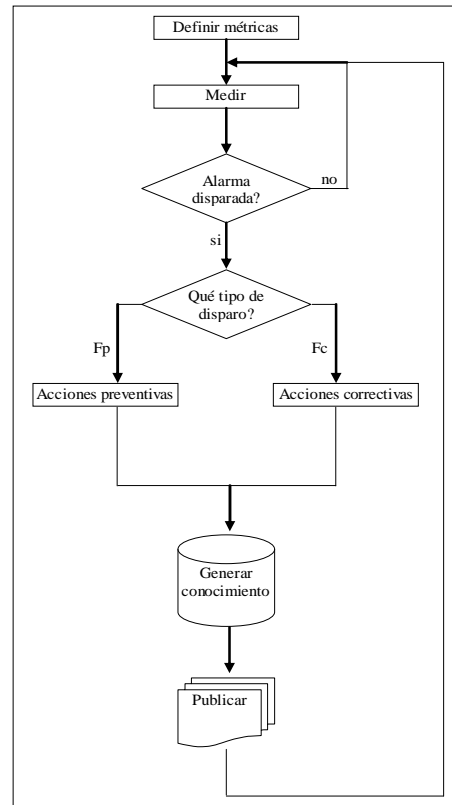


Figura 40 - Proceso de control y seguimiento.

Entre las acciones preventivas disparadas por una baja en el nivel del buffer SERB (Strategy Exposure Ratio Buffer) se podría destacar las siguientes:

- Revisar los procesos de medición de métricas, armado de los indicadores llegando en algunos casos a duplicar el proceso (con otros recursos) para contrastar los resultados y asegurarse de esta forma la objetividad de la medición.
- Analizar los pesos de las estrategias relativas de los proyectos, ajustar en caso de ser necesario.
- Buscar factores internos que estén afectando a la organización como ser: reestructuraciones, vacaciones, descontento, resistencia al cambio, etc.
- Buscar factores externos que estén afectando a la organización como ser: crisis socio-económica, crisis en infraestructura (servicios), huelgas, etc.
- Auditar el uso de los recursos monetarios asignados.

### Acciones correctivas

Las acciones correctivas buscarán impactar de manera inmediata en el índice (por lo que las mismas deben estar orientadas directamente a alguno de los factores que constituyen el mismo)

Entre las acciones correctivas disparadas por una baja en el nivel del buffer SERB (Strategy Exposure Ratio Buffer) se podrían destacar las siguientes:

- Analizar los pesos de las estrategias relativas de los proyectos, ajustar en caso de ser necesario.
- Atacar  $ERB_i$ :

En primer lugar se deberá hacer un análisis de dispersión de la variable  $ERB_i$  para deducir si el disparo es resultado de uno, varios o la mayoría de los proyectos. Para tal efecto se puede utilizar su varianza o desviación estándar de la siguiente manera: [Walpole & Myers, 2005]

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (ERB_i - \mu)^2}{n} \quad \text{Varianza}$$

o

$$\sigma = +\sqrt{\sigma^2} \quad \text{Desviación Estándar}$$

Donde :

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n ERB_i}{n} \quad \text{Media}$$

Si la dispersión resultara baja, es decir, todos los proyectos están “sufriendo” de la misma medida, esto significaría que existe un problema a nivel organizacional que debería ser tratado de la siguiente manera:

- Realizar cambios en la composición del portfolio.
- Buscar factores internos que estén afectando a la organización y tomar medidas para evitar que impacten en la ejecución de los proyectos.

- Buscar factores externos que estén afectando a la organización y tomar medidas para evitar que impacten en la ejecución de los proyectos.

Si la dispersión resultara media o alta, esto significaría que existe un problema en un conjunto acotado de proyectos que deberían ser tratados de la siguiente manera:

- Analizar la correlación de los proyectos que están teniendo inconvenientes.
  - Realizar cambios en los mismos para mejorar su valoración.
  - Realizar cambios en la composición del portfolio. (quitando estos proyectos)
  - Atacar  $BP_i$  o  $CP_i$
- Atacar  $BP_i$ :

Un  $BP_i$  alto indica que se están consumiendo los buffers temporales a un ritmo que podría afectar al proyecto retrasándolo. Para esto podríamos actuar de las siguientes formas:

- Verificar la medición de compleción de las tareas.
  - Extender los buffers y volver a armar el calendario.
  - Bajar el nivel de “optimismo” en el armado del calendario CCPM. (dimensionamiento de los buffers)
  - Asignar recursos mejor calificados a las actividades que están consumiendo más de lo supuesto.
  - Asignar más recursos a las actividades que están consumiendo más de lo supuesto.
  - Tercerizar.
  - Acortar funcionalidades para achicar las tareas y volver a armar el calendario.
- Atacar  $CP_i$ :

Un  $CP_i$  alto indica que se están consumiendo cost buffers de un proyecto a un ritmo que podría afectar al mismo excediéndolo en presupuesto o hasta privándolo por



imposición del flujo de dinero en un determinado momento.

Para esto podríamos actuar de las siguientes formas:

- Verificar la medición de compleción de las tareas.
- Extender los buffers reasignando partidas y volver a armar el calendario.
- Bajar el nivel de “optimismo” en el armado del calendario CCPM. (dimensionamiento de los buffers)
- Auditar el uso de los recursos monetarios asignados.
- Asignar más recursos a las actividades que están consumiendo más de lo supuesto.
- Acortar funcionalidades para achicar los costos y volver a armar el calendario.

## **Resistencia al cambio**

Hemos presentado hasta el momento una gran cantidad de cambios y mejoras a implementar en la organización persiguiendo varios objetivos. Los cambios fueron detallados y explicados detenidamente. ¿Es esto suficiente para implementarlos? Uno rápidamente podría plantear que desde el plano teórico sí lo es. Tenemos todas las herramientas para hacerlo y las entendemos, ¿por qué no simplemente ponerlas en práctica?

Existe un comportamiento común en cualquier organización que consiste en el rechazo (o resistencia) al cambio y en la mayoría de los casos funciona a manera de un reflejo involuntario. Esa resistencia aparece por la simple desestabilización del sistema como consecuencia de la implementación de un cambio. Cuanto mayor es el cambio, mayor la desestabilización y proporcional resistencia. Como hemos visto, las mejoras planteadas en esta tesis y especialmente las acarreadas desde CCPM no son pocas y definitivamente no son menores.

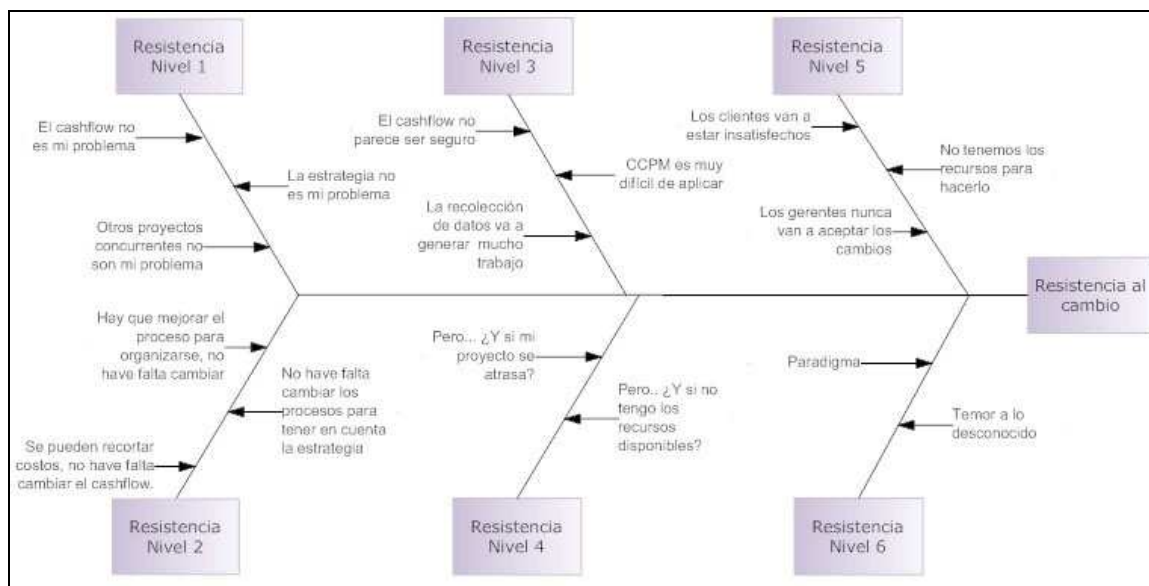
El Dr. Goldratt desarrolló un modelo para particionar y describir el rechazo que se genera al implementar cambios y concluyó en que la resistencia se presenta en diferentes niveles a los que nombró como “Las seis capas de resistencia”:

1. “No es mi problema”. Cuando se presenta un problema a los componentes de la organización, la primera reacción posible es la no aceptación del problema para de esta forma evitar que la solución pueda convertirse en su problema. “No es mi problema y no quiero hacerlo mío”, “las cosas están bien como están”.
2. Habiendo aceptado el problema, no entender la necesidad de un cambio. “Las cosas no funcionaron como esperábamos, seguramente hicimos algo mal. No hay necesidad para cambiar, intentemos hacer lo mismo pero esta vez mejor”.
3. Aceptar el problema y el cambio necesario pero no estar de acuerdo con las características de la solución.

4. “Sí, pero...” Habiendo superado los primeros tres niveles, replantearse impactos específicos de los cambios basados en cierto temor debido a las posibles (y parcialmente desconocidas) consecuencias.
5. “Nunca va a funcionar aquí”. Desconfianza en la cultura (o capacidades) de la organización para implementar el cambio.
6. Miedo sin justificación que evita el progreso. (Paradigma)

Como fue quedando en evidencia con la prosa elegida para la descripción de cada uno de los niveles o pasos, los mismos resultan secuenciales. La gente suele atravesarlos (superarlos) en orden por lo que debe ser práctica común durante la implementación de los cambios, la mitigación de sus efectos para contrarrestar la resistencia que generarán.

Para ejemplificar los conceptos mencionados, podemos ver de una forma muy clara en la Figura 41, una red parcial causa-efecto que resulta en la resistencia al cambio.



**Figura 41- Diagrama Fishbone / Causa-Efecto de la resistencia al cambio**

Una razón particularmente interesante de conocer las causas de esta forma es poder concentrar los esfuerzos en recomponer el objetivo

perseguido y contrarrestar una a una estas causas que compiten para evitarlo.

Goldratt ha realizado esfuerzos para estudiar la forma de poder sobreponerse a estas barreras. Estos estudios arrojan como resultado que los niveles 1 a 3 son fácilmente superables con un intenso trabajo de capacitación. La aceptación del problema, del cambio y de la solución viene como consecuencia del estudio minucioso de cada uno de estos componentes y por más que cada persona tenga diferentes tiempos para aprehender la información, todos llegarán en un momento u otro a superar estas barreras.

El nivel 4 tiene que ver con los temores de los involucrados a que los cambios afecten de manera negativa otros aspectos de su trabajo. Este punto debe ser manejado con cuidado y se le debe prestar suficiente importancia para que exista un mecanismo de recompensas que vaya infundando cada vez más estos temores.

El nivel 5 es sobre la adaptación y respuesta de la organización para realizar el desafiante cambio. Para quitarle el estigma de imposible a la implementación del cambio, es importante contrastarlo con otros similares realizados en otras organizaciones de similares características y problemática. "No somos los únicos en encontrar trabas para la implementación del cambio". Hay una fuerte componente de imagen por parte de la alta gerencia en el compromiso y dedicación al cambio para que la organización entienda y reconozca que existirá un esfuerzo coordinado y dirigido para lograrlo.

El nivel 6 es el más difícil de administrar. No existirá un método eficaz y a prueba de fallas para lograr que las personas lo superen pero sí una componente temporal que influirá sobre el mismo. Nada podrá garantizar su superación, aunque se podrán tomar todos los recaudos necesarios para no alimentarlo.

# **Tercera Parte - Desarrollo práctico**

## ***Capítulo VIII – Introducción***

Como hemos mencionado en los capítulos anteriores, para que la metodología planteada pueda ser ejecutada y aplicada, será fundamental respaldar la misma con un conjunto de aplicaciones que provean la automatización necesaria. No sólo se trata de un mecanismo que garantice la aplicación eficaz y eficiente de lo propuesto sino que además debe servir como método integrador que permita darle consistencia y coherencia al funcionamiento de la organización.

El desarrollo práctico planteado no se corresponde con una herramienta de administración de proyectos, sino un prototipo que muestre de mejor manera el resultado de la presente tesis. Sin desmerecer la complejidad de la primera, consideramos que la misma no hubiese aportado considerablemente a la presente tesis aunque podría ser un tema interesante para un futuro trabajo profesional como se verá en el apartado de trabajos futuros.

El objetivo perseguido fue que la alta gerencia o los stakeholders involucrados en la administración del portfolio de la organización cuenten con una aplicación de monitoreo del portfolio para poder basarse en esa información para la toma de decisiones y corrección continua de desvíos. La aplicación es una herramienta de análisis y no una herramienta operativa.

Para esto, le fue dada especial importancia a la creación de una arquitectura flexible, extensible y empresarial que pueda ser adaptada a los diferentes orígenes de datos combinándolos y presentando información sintética y relevante, todo esto siguiendo las directivas planteadas hasta el momento.

Es importante recalcar que la aplicación es un prototipo y cuenta con lo necesario para demostrar lo buscado, y aunque dista de una aplicación final, estas diferencias radican solo en elementos triviales y periféricos ya que el resultado es exacto y consistente.

## **Capítulo IX - Arquitectura**

Como hemos mencionado en lo previo, la correcta elección de la arquitectura en una aplicación de estas características es fundamental. La misma puede determinar incluso el éxito o fracaso de la implantación de la metodología para la cual fue diseñada. Una herramienta que provea todas las funcionalidades requeridas pero que no sea utilizada por no resultarlo suficientemente flexible y no poder integrarse al resto de los sistemas de la organización, no tiene valor.

En la actualidad, muchas de las organizaciones no cuentan con una única aplicación *core* que de soporte a todos sus procesos, sino que éstos están respaldados por varios sistemas que interactúan entre sí, en algunos casos, con elevada complejidad. Es por esto que existe una tendencia a diseñar los sistemas como meros consumidores y proveedores de servicios. Esta arquitectura global es llamada *Service Oriented Architecture* (SOA) o Arquitectura Orientada a Servicios y la misma, como veremos a continuación, se ajusta en gran medida a las necesidades presentadas.

### ***Service Oriented Architecture***

El concepto de *Service Oriented Architecture*, más comúnmente llamado SOA, puede entenderse disgregando el término en dos partes: la orientación a servicios y el concepto de arquitectura.

Por un lado, tenemos una orientación a servicios, es decir, el elemento clave que regirá sobre cómo se harán las acciones será el servicio. Esto inmediatamente implica colaboración: un ente le requerirá a otro un servicio que éste le suministrará. Siguiendo esta misma línea de pensamiento notamos la separación de conceptos y lógica en entidades de trabajo con un objetivo y alcance predefinidos y creados para gobernar una parte del problema. Finalmente, bajo un régimen de contratos, la orientación a servicios consistirá en la dinámica de pedidos de servicios y suministro

de los mismos por parte de los mismos agentes pudiendo completar de esta forma el sistema entero.

Como se puede apreciar, este concepto es tan abstracto que puede ser aplicado a cualquier ambiente que tenga esta orientación a servicios, incluso a aquel que nos rodea en la vida real, donde se pueden distinguir con mucha facilidad entidades que consumen y brindan servicios.

Como plantea Thomas Erl en su libro "Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design" [Erl, 2005], al agregar el término arquitectura a nuestro concepto, la orientación a servicios pasa a tener una connotación técnica. La arquitectura orientada a servicios representa el modelo donde el comportamiento del sistema se descompone en pequeñas y diferenciadas unidades de lógica que colectivamente conforman una porción del modelo de negocios representado por el sistema. Estas unidades de lógica pueden estar distribuidas y hasta tener cierta autonomía y son las que bajo SOA llamamos servicios.

Un punto interesante para recalcar es que SOA no es la implementación de la tecnología, sino, el paso previo que le da existencia a la misma. SOA Implica arquitectura, el ejercicio intelectual que le dará futura forma y consistencia al sistema. Podemos encontrar en el capítulo correspondiente a SOA del MSDN Architecture Center, un curioso ejemplo que resulta de confundir arquitectura e implementación que explicará de forma muy gráfica el problema. [w3msdnSOA]

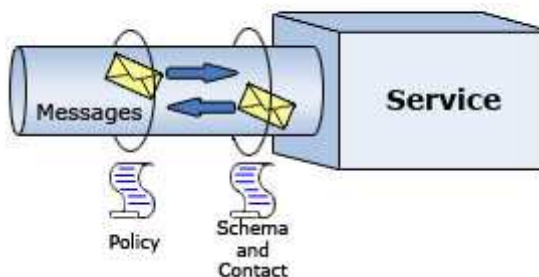
"La Misteriosa Casa Winchester es una intrigante atracción turística en las inmediaciones de San José, CA, Estados Unidos. La misma fue el hogar de la heredera de la fortuna Winchester (resultante de las ventas de los rifles Winchester). Según la leyenda, la heredera fue a ver a una adivina quién le dijo que estaba maldita y que sería perseguida por los espíritus de todos aquellos que murieron por uno de los rifles creados por su familia. La única forma de evitar esta maldición era la de construir una mansión. Mientras continué construyendo, los espíritus la dejarían en paz. Rápidamente contrató a 147 constructores (y 0 arquitectos), y todos empezaron a trabajar en la mansión en forma simultánea. Los constructores trabajaron en la mansión hasta que la mujer falleció 38 años después. El resultado de su trabajo es una clara demostración de las consecuencias de la implementación sin arquitectura:

- La mansión consiste en 160 habitaciones, 40 dormitorios, 6 cocinas y 2 sótanos, con un total de 950 puertas.



- De las 950 puertas, 65 tienen una pared detrás. Fueron empezadas y abandonadas 13 escaleras y además fueron instalados 24 tragaluces en diferentes pisos.
- Nunca fue creado ni un plano arquitectónico para la construcción. “

Como hemos aclarado, SOA no es una tecnología sino una filosofía de diseño. Es por esto que SOA puede ser implementado de diferentes formas, muchas de ellas existentes hace varios años como por ejemplo EDI, CORBA y DCOM. Una de las tecnologías más recientes que da soporte a SOA es la de web services y será nuestra elección para el desarrollo del presente trabajo práctico. Como vemos en la Figura 42 los web services consisten en entidades de proceso que intercambian mensajes de pedidos y respuestas por un transporte afín bajo una política, esquemas y contrato predefinidos.



**Figura 42 - Anatomía de un Web Service. Fuente: [w3msdnSOA]**

### **Microsoft Project**

Microsoft Project ha sido una herramienta con vasta aceptación y uso desde ya hace varios años. No sólo consiste en una herramienta para planificación y armado de proyectos sino también una guía útil en el seguimiento de los mismos. Es inobjetable, más allá de sus deficiencias, el aporte que ha brindado esta herramienta al medio hasta el punto tal de varios usan (y hasta a veces confunden) el gantt del proyecto con “el project”.

En nuestro caso la elección de su utilización se debe también en gran medida a su nivel de aceptación en la comunidad IT pero además a que existen herramientas (mayoritariamente plugins) creados específicamente para esta aplicación y que dan soporte a lo propuesto por Critical Chain. (Un ejemplo de esto es Prochain)

Además, Microsoft ha estado realizando esfuerzos para escalar su herramienta a nivel corporativo y es ése precisamente nuestro interés.

### **Microsoft Project Server**

Como hemos mencionado anteriormente, Microsoft ha trabajado en su producto Project con objetivos claros: lograr la integración en todos los niveles de la organización, soportar y facilitar la colaboración y acceso a la información, lograr que la aplicación trascienda las fronteras con la cuales fue construida y permitir su extensión y customización para que pueda ajustarse de la mejor manera a los procesos característicos de la organización.

La plataforma de Microsoft Project Server 2007 incluye los siguientes elementos: [w3ProjectServerPlat]

- El programa cliente de Project: el mismo cliente de versiones anteriores pero con variadas mejoras y nueva funcionalidad para su integración con Project Server.
- Project Server: El Server propiamente dicho. Servirá como administrador de las características del servidor como así también de repositorio de los artefactos generados por el mismo.
- APIs tanto para el Server como para el cliente: un conjunto de APIs que permitirá la extensión de la herramienta y su customización. Tanto para el servidor como para la aplicación cliente.

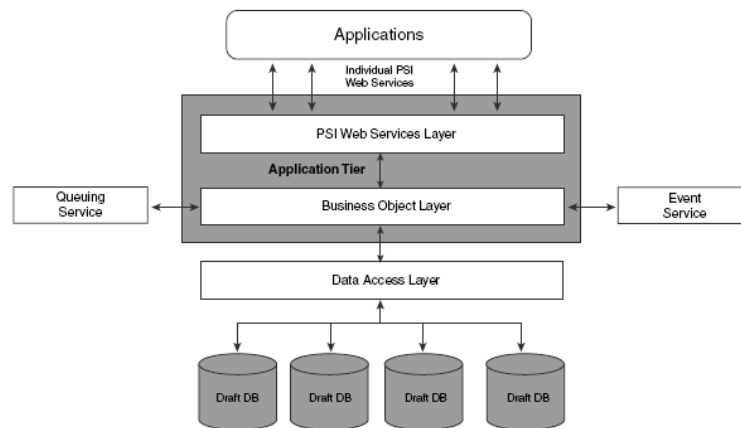
Y otros componentes de infraestructura tales como:

- SQL Server: actúa como contenedor del repositorio. Más adelante se verá su función en detalle.
- Windows Sharepoint Services (WSS) y Office Sharepoint Server 2007: Project Server usa WSS como framework para proveer la administración e interfaz a usuario para Project Web Access – la aplicación de administración de usuarios, colaboración, reportes y otros elementos más técnicos como single sign-on. Otra funcionalidad que proveen es la posibilidad de integración con otras herramientas corporativas tales como ERPs o CRMs.

Project Server 2007 está desarrollado usando el .NET Framework 2.0 y cuenta con un diseño en capas que expone diferentes componentes para proveer servicios e interfaces para su extensión. Entre los componentes principales podemos mencionar:

- Web service API: la nueva API de Project Server se llama PSI (Project Server Interface) reemplaza la anterior Project Data Service (versión 2003) y provee una vasta gama de servicios web que permiten una interacción externa con el servidor. Algunos componentes de la plataforma Server Project hacen uso de estos servicios para su propio funcionamiento, como por ejemplo la aplicación cliente. Esta API es la que nos permitirá construir nuestra aplicación basada en SOA. En la Figura 43 podemos ver un esquema simplificado de la arquitectura de Project Server basado principalmente en su interacción con aplicaciones de terceros.
- Motor de scheduling: Project Server 2007 incluye la posibilidad de programar diferentes tipos de acciones en respuesta a eventos temporales. Esto permite una mayor automatización y consecuente independencia.
- Múltiples bases de datos: bajo políticas de diseño y seguridad, Project Server cuenta con diferentes bases de datos con una clara distinción: *Draft* para aquellos proyectos que aún no se desean publicar, *Published* para aquellos públicos, *Archived* para aquellos que al perder vigencia pasan a formar parte de los archivos de la empresa y finalmente *Reporting* que contiene la información preparada con un alto nivel de desnormalización para su

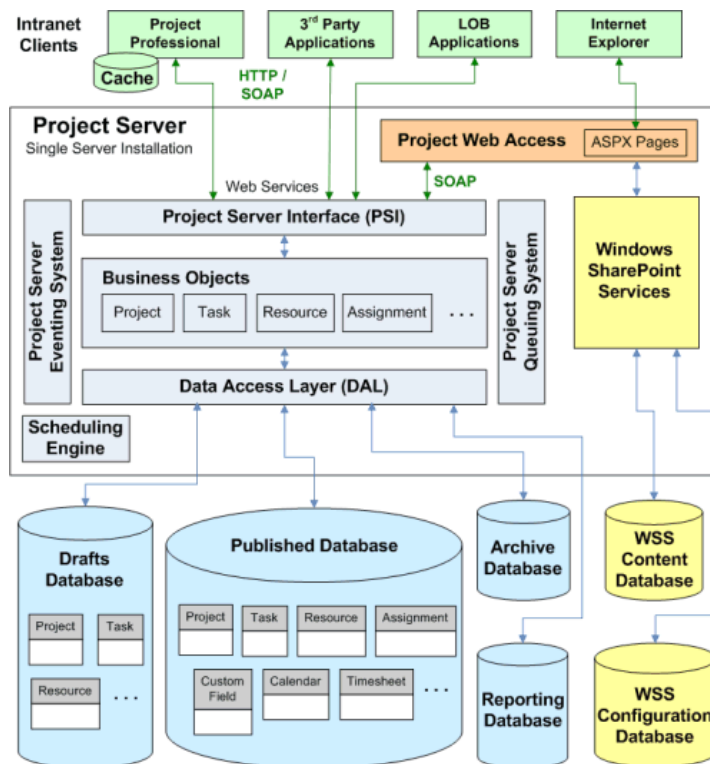
sintetización en reportes y visualización en cubos. La división es prácticamente anecdótica ya que los datos deben ser siempre accedidos por medio del PSI y no en forma directa, pudiendo ser corrompidos caso contrario.



**Figura 43 - Arquitectura simplificada de Project Server.**  
Fuente [QuantumPM, 2007]

- Data Access Layer (DAL): esta capa permite la comunicación entre la capa de negocios y la base de datos y es la que mantiene todos los elementos que permitirán esa interacción tales como conexiones, cache, mapeos, etc. Es importante aclarar que esta capa no está abierta para su uso y como fue mencionado anteriormente, al acceder a los datos se debe pasar por la capa de negocios usando la provista PSI.
- Eventing service: Project Server permite la suscripción de diferentes aplicaciones a un conjunto de eventos pudiendo por ejemplo ser notificados de cambios externos a un proyecto o incluso validando el evento que se está por realizar previo a su confirmación.
- Queuing service: Project Server provee este servicio como garante de disponibilidad en momentos de alta demanda.

En la Figura 44 se puede ver con mayor detalle todos los componentes de la arquitectura de la plataforma Project Server 2007.



**Figura 44 - General Project Server architecture.**  
Fuente: Microsoft MSDN [w3ProjectServerArq]

Otras características que influyeron en la decisión de usar Project Server 2007 residen en que la misma es la última versión lanzada por Microsoft de este producto y como hemos visto tiene varias ventajas sobre los predecesores. La distribución cuenta con un SDK [w3ProjectServerSDK] que facilita ampliamente el desarrollo de aplicaciones externas que interactúen fuertemente con el servidor y además el mismo SDK incluye aplicaciones ejemplo que ya tienen parte de la funcionalidad requerida y proxies de los diferentes web services prestando una importante ayuda en el desarrollo de una nueva aplicación. [w3ProjectServerProjTool]

### **Microsoft .NET framework**

La decisión de usar .NET framework para el desarrollo de la aplicación reside principalmente en que Project Server mismo está construido usando esta

tecnología y que existen muchos elementos disponibles que facilitan la construcción. Más allá de que la aplicación pudo haber sido construida usando prácticamente cualquier otra tecnología actual, ya que la interacción con el servidor se realiza mediante webservices – una tecnología ampliamente soportada –, consideramos que .NET framework era la mejor adaptación (y la más natural) para nuestro proyecto.

## **Capítulo X - Software**

Como hemos comentado en capítulos anteriores, deseábamos poner a prueba aquellos planteos que realizamos en la presente tesis. Para ello, consideramos el desarrollo de un software, que aunque simple, pudiera esclarecer el funcionamiento y uso de nuestras propuestas. La herramienta fue variando su forma hasta llegar a una decisión de compromiso entre la completitud de la misma y el hecho que no se buscaba realizar una herramienta administrativa, sino construir un medio para poner a prueba y realzar las virtudes de nuestro trabajo. Es por esto que la decisión final fue el desarrollo de un dashboard o panel de control donde aquellos stakeholders que lo requieran puedan ver la evolución de la cartera de proyectos y tener a mano los indicadores que presentamos. Además, como una característica principalmente didáctica, es posible ver en detalle el cálculo de los indicadores y de esta forma rastrear su origen.

### **Requerimientos de software base**

El software construido requiere de los siguientes componentes con los que interactuará:

- Microsoft Windows Server 2003
- Microsoft Project Server 2007
  - Microsoft Windows SharePoint Services 3.0
  - Microsoft Project Web Access 2007
  - Microsoft SQL server
- Microsoft Office Project 2007

- Microsoft .NET Framework 2.0

Nota: el Server y el cliente son independientes entre sí y el segundo no necesita de Windows Server para su uso.

### ***Requerimientos mínimos de hardware***

El software construido requiere de hardware con las siguientes características: [w3ProjectServerReq]

#### **Requerimientos del Server:**

- Procesador de 2.5 Gigahertz (GHz)
- 1 gigabyte (GB) RAM;
- 3 gigabytes de espacio en disco
- Resolución de video de 1024x768

#### **Requerimientos del Cliente:**

- Procesador de 700 megahertz (MHz)
- 512 megabyte (MB) RAM;
- 1.5 gigabytes de espacio en disco
- Resolución de video de 800x600



## Descripción funcional

Como hemos presentado anteriormente, el software construido es un dashboard con una particular visión de nuestro portfolio de proyectos. Esta visión incluye los elementos presentados en la tesis y consiste principalmente en indicadores que permiten verificar “la salud” de nuestro portfolio.

A grandes rasgos, nuestra aplicación tomará los datos de los proyectos que se encuentran almacenados en el servidor (con cierta customización que se detallará más adelante) los combinará con la configuración deseada y tras procesar esa información la presentará en forma gráfica y sintética.

En la Figura 45 podemos ver la pantalla principal de nuestra herramienta. Donde se pueden apreciar los indicadores gráficos y un conjunto de datos de nuestro portfolio.

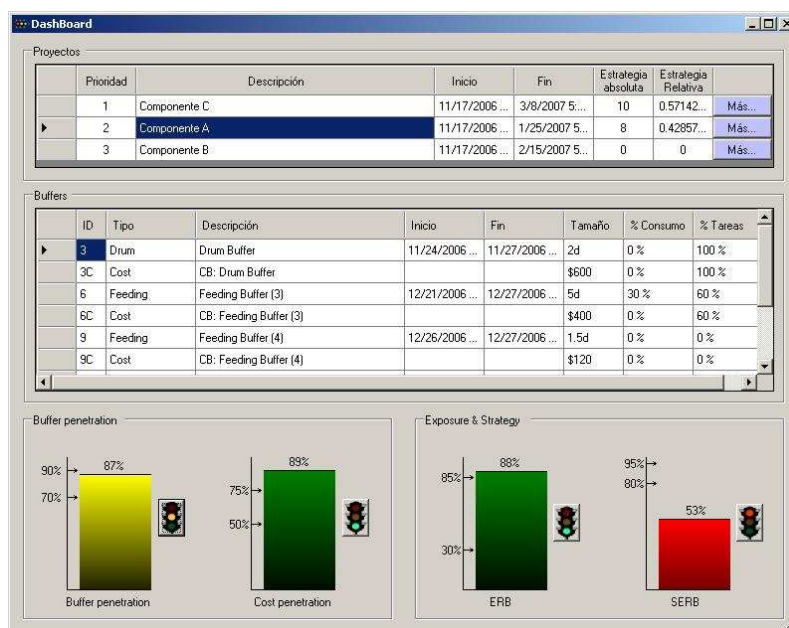


Figura 45- Pantalla principal

Las funcionalidades que permite la aplicación son:

- Ver el cálculo de la estrategia relativa de cada proyecto.
- Seleccionar un proyecto y ver el detalle de sus buffers.
- Ver el porcentaje de consumo de los buffers en relación al porcentaje de compleción de las tareas relacionadas.
- Conocer el time buffer penetration y cost buffer penetration de cada proyecto y el modo en que fueron calculados.
- Conocer el Exposure ratio buffer y Strategy Exposure ratio buffer del portfolio y el modo en que fueron calculados.

La customización de Project Server consiste en la creación de Custom fields con sus respectivas lookup tables. Podemos distinguir dos tipos de custom fields que deben ser creados:

- De sistema: Al no contar Project con un soporte nativo a Critical Chain, fue necesario crear un custom field aplicado sobre las tareas individuales para definir el tipo de tarea o buffer que representa. También hemos definido otro custom field que determina el porcentaje del uso del presupuesto asociado a esa tarea. (que puede no tener relación con el avance de la misma)
- Preguntas de priorización: Hemos creado una serie de preguntas de priorización que se adjuntan de manera de custom fields aplicados al proyecto. Al subir un proyecto al Project Server, se requerirá que estos valores sean ingresados para su posterior uso en el cálculo de priorización y estrategia relativa.

Finalmente, la configuración de la aplicación radica principalmente en la asignación de pesos a las preguntas de priorización (plasmadas en los custom fields recién vistos) y sus respuestas (lookup tables). Esto se realiza mediante un xml donde se asocian los UUIDs de las preguntas y respuestas del Project Server. El xsd asociado a este xml es el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema id="Priorization" targetNamespace="http://tempuri.org/Priorization.xsd" elementFormDefault="qualified"
xmlns="http://tempuri.org/Priorization.xsd" xmlns:mstns="http://tempuri.org/Priorization.xsd"
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="PriorizationSettings">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="Question">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element name="Answer">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence />
                  <xs:attribute name="uid" type="xs:string" />
                  <xs:attribute name="weight" type="xs:byte" />
                </xs:complexType>
              </xs:element>
            </xs:sequence>
            <xs:attribute name="uid" type="xs:string" />
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

Y un ejemplo de xml puede ser el siguiente:

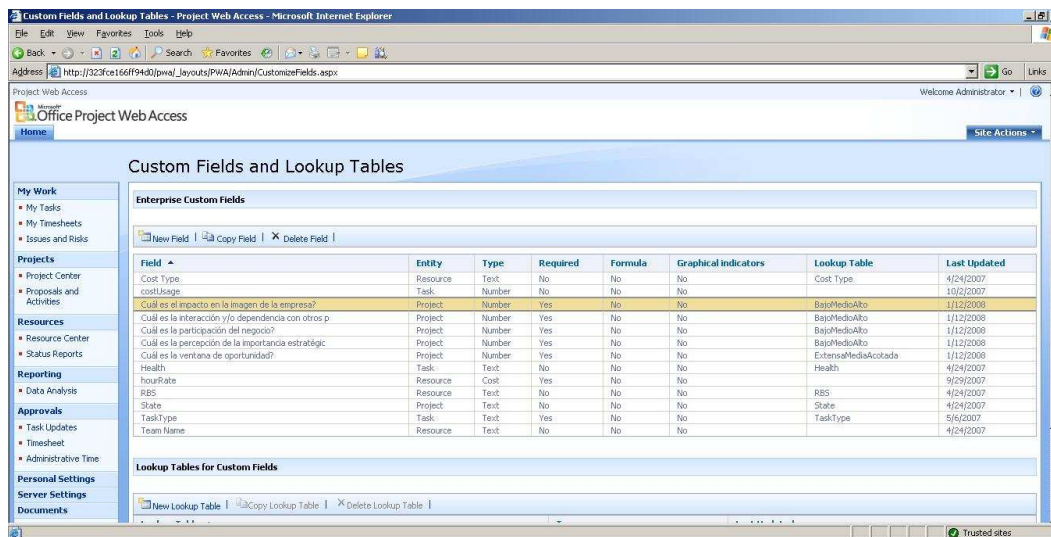
```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<PriorizationSettings>
  <Question uid="6ea33a67-8eb9-4fc6-ac7c-eb12f00b6e83" desc="Cuál es la percepción de la importancia estratégica?" weight="30">
    <Answer uid="bb4776fc-cd82-472e-826d-25658e0dc45e" desc="Bajo" weight="20"/>
    <Answer uid="6d452482-b3bd-469d-a63b-e7c3316538a4" desc="Medio" weight="30"/>
    <Answer uid="b53517aa-a55c-4eef-affd-02a756608391" desc="Alto" weight="50"/>
  </Question>
  <Question uid="c800011a-9641-4b14-b384-65993dc159ca" desc="Cuál es la ventana de oportunidad?" weight="20">
    <Answer uid="8d05c222-f1c4-45a9-8977-d6d0b6cbe912" desc="Acotada" weight="20"/>
    <Answer uid="8b238379-42e2-43b7-941a-b8e01747063e" desc="Media" weight="30"/>
    <Answer uid="e0965ddc-e1f2-4052-a6a2-abc1002344d7" desc="Extensa" weight="50"/>
  </Question>
  <Question uid="f678f90d-916a-478b-8eaf-2137f49d11fd" desc="Cuál es la participación del negocio?" weight="20">
    <Answer uid="bb4776fc-cd82-472e-826d-25658e0dc45e" desc="Bajo" weight="20"/>
    <Answer uid="6d452482-b3bd-469d-a63b-e7c3316538a4" desc="Medio" weight="30"/>
    <Answer uid="b53517aa-a55c-4eef-affd-02a756608391" desc="Alto" weight="50"/>
  </Question>
  <Question uid="eae87a5d-14ea-4d87-a93f-f359f0569b1c" desc="Cuál es la interacción y/o dependencia con otros proyectos?" weight="15">
    <Answer uid="bb4776fc-cd82-472e-826d-25658e0dc45e" desc="Bajo" weight="20"/>
    <Answer uid="6d452482-b3bd-469d-a63b-e7c3316538a4" desc="Medio" weight="30"/>
    <Answer uid="b53517aa-a55c-4eef-affd-02a756608391" desc="Alto" weight="50"/>
  </Question>
  <Question uid="5a7508c8-d991-487c-892c-f70b24e05870" desc="Cuál es el impacto en la imagen de la empresa?" weight="15">
    <Answer uid="bb4776fc-cd82-472e-826d-25658e0dc45e" desc="Bajo" weight="20"/>
    <Answer uid="6d452482-b3bd-469d-a63b-e7c3316538a4" desc="Medio" weight="30"/>
    <Answer uid="b53517aa-a55c-4eef-affd-02a756608391" desc="Alto" weight="50"/>
  </Question>
</PriorizationSettings>
```

Cabe aclarar que esta configuración manual podría haber sido realizada con una herramienta para tal propósito o mismo desde una opción del dashboard. Como este caso de uso no resulta interesante al prototipo y su objetivo, se adoptó la configuración manual.

## Capítulo XI - Demo

Ya hemos visto las características de la herramienta construida. En este capítulo pretendemos mostrar la funcionalidad y la interfaz a usuario y además presentar los resultados teniendo en cuenta todos aquellos ejemplos mencionados previamente en la tesis.

Para el deployment de la aplicación, se montó un Project Server y se le cargaron los proyectos que previamente presentamos. Además fue customizado para interactuar correctamente con la aplicación. Nuestro dashboard también fue instalado y configurado bajo estos mismos lineamientos. Entre las customizaciones más importantes realizadas a Project Server podemos mencionar la creación de los custom fields que servirán como preguntas de priorización para nuestra herramienta. (Ver Figura 46)



The screenshot displays the 'Custom Fields and Lookup Tables' page in Project Web Access. The page has a left-hand navigation pane with sections like 'My Work', 'Projects', 'Resources', 'Reporting', 'Approvals', 'Personal Settings', 'Server Settings', and 'Documents'. The main content area is titled 'Custom Fields and Lookup Tables' and contains two sections: 'Enterprise Custom Fields' and 'Lookup Tables for Custom Fields'.

**Enterprise Custom Fields**

Field	Entity	Type	Required	Formula	Graphical Indicators	Lookup Table	Last Updated
Cost Type	Resource	Text	No	No	No	Cost Type	4/24/2007
costUsage	Task	Number	No	No	No		1/12/2008
¿Cuál es el impacto en la imagen de la empresa?	Project	Number	Yes	No	No	BajoMedioAlto	1/12/2008
¿Cuál es la interacción y/o dependencia con otros p...	Project	Number	Yes	No	No	BajoMedioAlto	1/12/2008
¿Cuál es la participación del negocio?	Project	Number	Yes	No	No	BajoMedioAlto	1/12/2008
¿Cuál es la percepción de la importancia estratégica?	Project	Number	Yes	No	No	BajoMedioAlto	1/12/2008
¿Cuál es la ventana de oportunidad?	Project	Number	Yes	No	No	ExtensaMedioAcotada	1/12/2008
Health	Task	Text	No	No	No	Health	4/24/2007
hourRate	Resource	Cost	Yes	No	No		9/29/2007
RBS	Resource	Text	No	No	No	RBS	4/24/2007
State	Project	Text	No	No	No	State	4/24/2007
Task Type	Task	Text	Yes	No	No	TaskType	5/6/2007
Team Name	Resource	Text	No	No	No		4/24/2007

**Lookup Tables for Custom Fields**

Below the table, there are buttons for 'New Lookup Table', 'Copy Lookup Table', and 'Delete Lookup Table'.

Figura 46 - Project Web Access - Custom Fields

Al ejecutar la herramienta, ésta presenta inicialmente una pantalla de bienvenida que queda visible hasta ser cargada en su totalidad. (Figura 47)



**Figura 47 - Bienvenida**

Luego de presentada, la aplicación mostrará la pantalla donde el usuario podrá loguearse al Project Server ya sea por autenticación Windows o la propia. (Figura 48)



**Figura 48 – Login**

Inmediatamente luego de loguearse, se presentará la pantalla principal (Figura 49) donde se podrán distinguir tres áreas claramente demarcadas:

- Proyectos: se puede ver la información de los proyectos cargados en Project Server, su priorización en base al indicador estratégico y además el cálculo del mismo.
- Buffers: al clickear en cada uno de los proyectos, la aplicación consultará al Project Server el gantt asociado y lo procesará mostrando el conjunto de los buffers que lo componen. Además de mostrar información sobre los buffers, también se incluirá el porcentaje de consumo de los mismos y del conjunto de tareas asociadas. También podrán ser apreciados los cost buffers relacionados.
- Indicadores: Finalmente se puede reconocer un área donde se presentan los indicadores calculados. Los mismos se verán

actualizados cada vez que se clickee sobre alguno de los proyectos y también permitirán ver la manera con la cual fueron calculados.

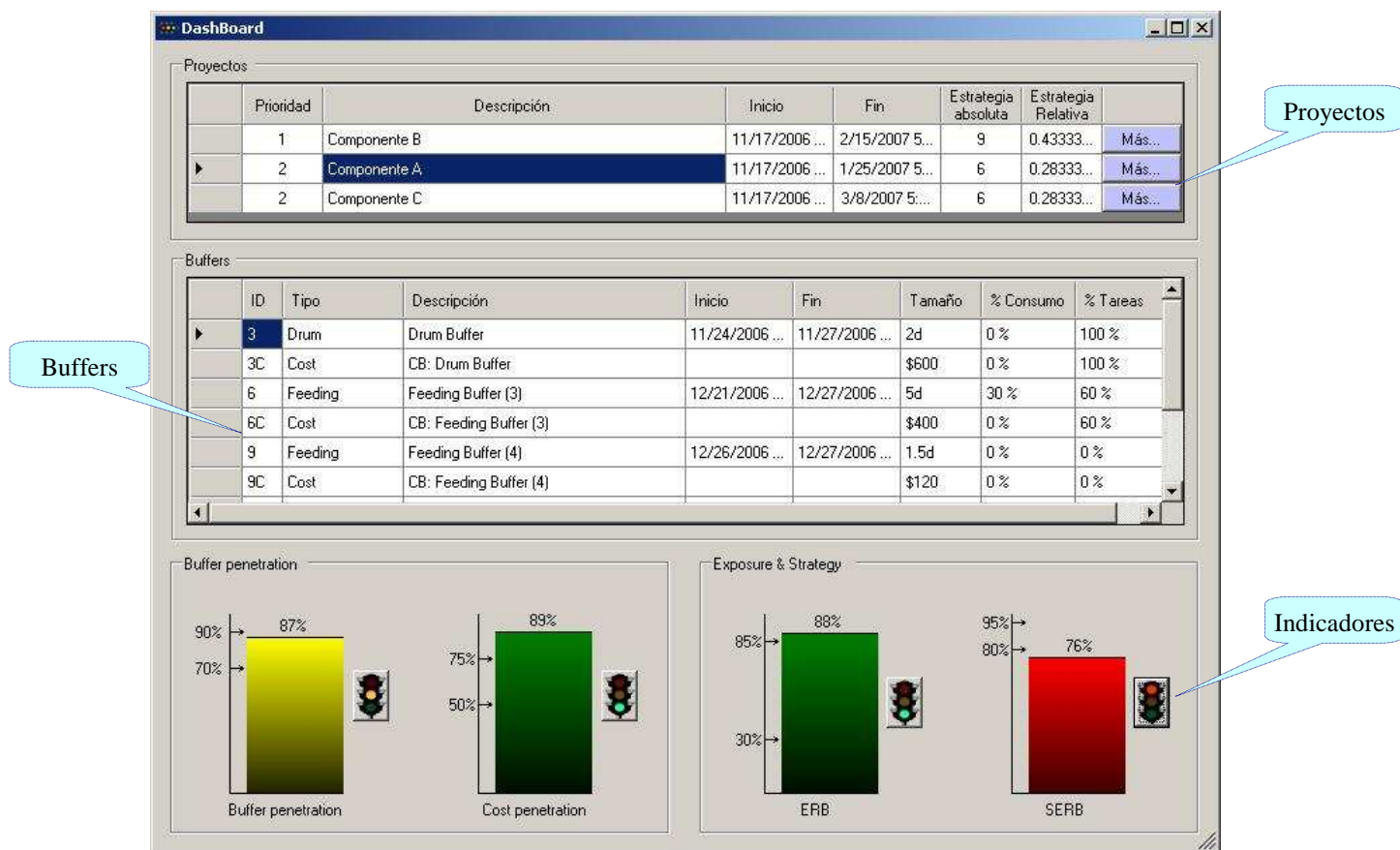


Figura 49 - Pantalla principal

Analizando con mayor detalle la sección de proyectos, podemos ver los tres proyectos presentados y el cálculo de estrategia absoluta y relativa de los mismos. Estos valores, cabe aclarar, fueron calculados automáticamente siguiendo la configuración de pesos indicada mediante un archivo xml a la aplicación y tomando en cuenta las respuestas ingresadas (mediante los custom fields) en cada uno de los proyectos. Un detalle que podemos notar es que la priorización se corresponde con el valor estratégico más alto otorgado al Componente B ya que el mismo se diferenciaba de los otros en dos de las preguntas de priorización. El ingreso de estas respuestas se hace desde las propiedades del proyecto en el cliente de Project. (Figura 50)

Project Information for 'Componente B'

Start date: Fri 11/17/06 Current date: Sat 1/12/08  
 Finish date: Thu 2/15/07 Status date: NA  
 Schedule from: Project Start Date Calendar: Standard  
 All tasks begin as soon as possible. Priority: 500

Enterprise Custom Fields

Custom Field Name	Value
Cuál es la participación del negocio?*	2
Cuál es la percepción de la importancia estratégica?*	3
Cuál es la ventana de oportunidad?*	1
Cuál es la interacción y/o dependencia con otros p?*	3
Cuál es el impacto en la imagen de la empresa?*	3

Legend: 1 Bajo, 2 Medio, 3 Alto

Buttons: Help, Statistics..., OK, Cancel

**Figura 50 - Microsoft Project - Project Properties**

Al hacer click en el botón “más” que se encuentra en cada una de las filas correspondientes a los proyectos, la aplicación nos mostrará en forma detallada como fue realizado el cálculo. (Figura 51)

Minimo valor posible: 2000 Maximo valor posible: 5000

Pregunta	Peso	Respuesta	Peso	Valor
Cuál es la percepción de la importancia estratégica?	30	Alto	50	1500
Cuál es la ventana de oportunidad?	20	Extensa	50	1000
Cuál es la participación del negocio?	20	Medio	30	600
Cuál es la interacción y/o dependencia con otros p	15	Alto	50	750
Cuál es el impacto en la imagen de la empresa?	15	Alto	50	750

Total: 4600

(Total - Min) / (Max - Min) = 9 valor Est. Abs.

**Figura 51 - Strategy helper**

De esta forma podemos ver las preguntas de priorización, el peso relativo de cada una de ellas y las respuestas asociadas al proyecto. Esto resulta en un cálculo final de Estrategia absoluta que luego se presentará además en forma relativa para poder comparar de manera más sencilla la misma entre los proyectos.

En la sección de indicadores también podremos ver cómo fue realizado el cálculo para cada uno de estos valores. Si se hace click sobre los semáforos al lado de cada uno de los gráficos, se desplegará una ventana adicional con la información detallada.

**Time ratio buffer helper**

Tamaño total buffers activos: 30d

Buffer	Tamaño	% Uso	%Tareas	Penetración	Proporción	suma
Drum Buffer	2d	0%	100%	0%	0.07	0%
Feeding Buffer (3)	5d	30%	60%	12%	0.17	2%
Feeding Buffer (4)	15d	0%	0%	0%	0	0%
Project Buffer (2)	16d	70%	70.31%	21%	0.53	11%
Capacity Buffer(2)	7d	0%	100%	0%	0.23	0%

penetración = (%uso - %tareas) . (%uso / 100)  
 proporción = (Tamaño / Tamaño total activos)  
 TRB = 100% - Total

Total: 13%

**Time Ratio Buffer** 87%

**Figura 52 - Time ratio buffer helper**

En la Figura 52 y Figura 53 podemos ver como fue realizado el cálculo del Time y Cost Ratio Buffers. Podemos apreciar los buffers que inciden en este indicador (aquellos grisados no tienen impacto ya que las tareas asociadas no se encuentran empezadas) y además podemos ver la proporción de cada uno de ellos y su aporte a la exposición del buffer.

**Cost ratio buffer helper**

Tamaño total buffers activos: 3520\$

Buffer	Tamaño	% Uso	%Tareas	Penetración	Proporción	suma
CB: Drum Buffer	600\$	0%	100%	0%	0.17	0%
CB: Feeding Buffer (3)	400\$	0%	60%	0%	0.11	0%
CB: Feeding Buffer (4)	120\$	0%	0%	0%	0	0%
CB: Project Buffer (2)	1960\$	65%	70.31%	19%	0.56	11%
CB: Capacity Buffer(2)	560\$	30%	100%	0%	0.16	0%

penetración = (%uso - %tareas) . (%uso / 100)  
 proporción = (Tamaño / Tamaño total activos)  
 CRB = 100% - Total

Total: 11%

**Cost Ratio Buffer** 89%

**Figura 53 - Cost ratio buffer helper**

Por más que estas dos ventanas resulten parecidas, podemos distinguir que en la segunda se están procesando los cost buffers relacionados a los buffers de la primera. Además notamos que el dimensionamiento de los mismos se encuentran expresado en unidades monetarias y otra característica distintiva es el porcentaje de uso y la correspondiente penetración.

Además, en las mismas ventanas se pueden apreciar a modo de ayuda las fórmulas utilizadas en los cálculos.

En la Figura 54 podemos ver el cálculo del Exposure Ratio Buffer.





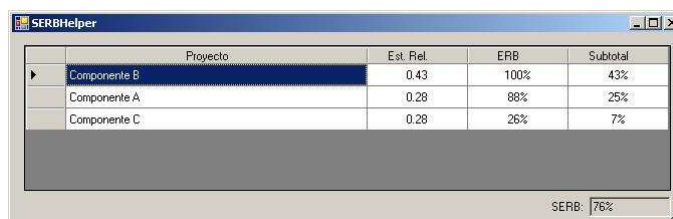
ERBHelper

Exposure Ratio Buffer: ( 87% + 89% ) / 2 = 88%

TRB CRB

**Figura 54 - ERB helper**

Finalmente, en la Figura 55 podemos apreciar el cálculo final del Strategy Exposure Ratio Buffer que es el único indicador común a la organización por lo cual no se verá actualizado al elegir los distintos proyectos (a diferencia del resto que dependen del proyecto elegido). Podemos ver los proyectos que conforman el portfolio, su estrategia relativa y utilizando el cálculo del Exposure Ratio Buffer, conocer su contribución al SERB.



Proyecto	Est. Rel.	ERB	Subtotal
Componente B	0.43	100%	43%
Componente A	0.28	88%	25%
Componente C	0.28	26%	7%

SERB: 76%

**Figura 55 - SERB helper**

Podemos notar en este último gráfico la función de la Estrategia Relativa dentro del cálculo del Strategy Exposure Ratio Buffer. Más allá que el Componente C se encuentra en graves problemas evidenciados por su bajo ERB, éste no afecta en gran medida la medición del SERB ya que su estrategia relativa es baja respecto del componente B que sí se encuentra en una situación sana.

De esta manera concluye la demostración de la funcionalidad del Dashboard. En el capítulo de trabajos futuros se expondrá todos aquellos agregados y mejoras que se podrían realizar par enriquecer la experiencia de uso de la misma.

# Cuarta Parte – Conclusiones

## ***Capítulo XII - De la presente tesis***

Desde el comienzo de la tesis hemos presentado el escenario donde nuestras propuestas y mejoras serían aplicadas. Hemos recorrido el pasado y presente de la administración del portfolio de proyectos y el estado del arte de la teoría de las restricciones y Critical Chain. Hemos analizado y criticado aspectos de cada una de ellas y remarcado los puntos débiles que, según nuestra consideración, podrían ser mejorados. Hemos planteado soluciones concretas y hemos presentado las mismas con ejemplos siguiendo una guía didáctica y coherente. Finalmente, hemos volcado nuestras ideas en un software que muestra de manera concreta la aplicación de lo planteado y su objetivo.

Los aportes de la tesis se pueden resumir de la siguiente forma:

- Integración de los conceptos de administración de portfolio y TOC-CCPM en un mismo lugar y finalmente en una misma herramienta. Hemos logrado conciliar estas dos disciplinas y hasta hacerlas interdependientes. La aplicación de TOC-CCPM como es planteada no puede realizarse si la previa valoración estratégica de los proyectos del portfolio y por otro lado, no se puede hablar de administración de portfolio sin lo desarrollado de TOC-CCPM ya que el elemento de control inherente no existiría.
- Crítica a la priorización de los proyectos propuesta por CCPM y su reemplazo teniendo principal consideración en la estrategia. Mapeo de las directivas estratégicas en el armado y calendarización del portfolio. Esta crítica relega al throughput a un lugar secundario frente a la estrategia, sin significar que en ciertos tipos de organizaciones, la estrategia misma podría ser la maximización del throughput. Dicho de manera simple, la actual maximización del throughput como meta principal es un caso particular de nuestro planteo. Vale aclarar en este punto que el concepto de throughput tomado es el desarrollado por Leach ya que existen otras variantes que interpretan este concepto con una mayor amplitud y agregan elementos estratégicos a la misma.
- Extensión del uso de los buffers para seguimiento y control de la "salud estratégica" del portfolio. Creación de los Ratio Buffers en un esfuerzo de sintetización de la información y la búsqueda de que los elementos de control provengan directamente de fuentes operativas para que de esta forma presenten la realidad de la mejor manera posible y resulten elementos de control de confianza.
- Crítica y mejora del Cost Buffer incluyendo una estrategia de prorrateo para el armado del cashflow y una optimización del mismo empleando la misma administración de la incertidumbre utilizada por Critical Chain. Hemos podido demostrar la mejora alcanzada mediante herramientas de análisis de proyectos de inversión.

Es importante recalcar que desde el inicio de la presente tesis hasta su presentación ha existido un gran esfuerzo por parte de la comunidad de TOC en la mejora y extensión de la teoría.

Existe un amplio espectro de posibles trabajos e investigaciones adicionales a las desarrolladas en la presente. En el próximo apartado se verán desglosadas nuestras ideas que podrán servir de base para trabajos futuros.

## **Capítulo XIII - Trabajos futuros**

Durante el desarrollo del presente trabajo hemos encontrado diversos temas que podrían ser de interés y servir de gran aporte a la disciplina y que debieron ser excluidas de la misma por una cuestión de alcance. Entre estos temas, los cuales podrían ser la base de futuros trabajos profesionales y/o tesis, podemos mencionar:

- El diseño y desarrollo de una herramienta administrativa que despliegue las técnicas desarrolladas de una manera profesional, lista para su aplicación en escenarios reales.
- El diseño y desarrollo de una herramienta numérica para el cálculo automatizado del cashflow con diversos niveles de optimización.
- Análisis y especialización de las funciones aplicadas de los ratio buffers en distintos escenarios u organizaciones con diferenciadas características.
- Diseño y desarrollo de mejoras al dashboard:
  - El agregado de una base de conocimiento que permita ir mostrando las acciones preventivas / correctivas a seguir según los indicadores.
  - La integración con otras herramientas de administración de portfolio y/o administración de proyectos del mercado.
  - La provisión de alarmas y presentación de los datos en tiempo real. (actualizando los indicadores cuando alguien modifica los proyectos)
- Diversas optimizaciones a la teoría como por ejemplo el “Dynamic Buffering” [Cameron, 2007]

# Bibliografía

[Verhoef, 2002] Verhoef, C., "Quantitative IT portfolio management", Free University of Amsterdam, Department of Mathematics and Computer Science, De Boelelaan 1081a, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands, 15 July 2002.

[Federal CIO Council, 2002] "A summary of first practices and lessons learned in information technology portfolio management", Federal CIO council, Best practices committee, March 2002.

[Datz, 2003] Datz, Todd. "Portfolio Management: How to Do It Right", CIO Magazine 1 May 2003

[Markowitz, 1952] Markowitz, H., "Portfolio Selection", The journal of finance, vol 7, No 1. USA, March 1952.

[w3harvard] Harvard Business School,  
<http://harvardbusinessonline.hbsp.harvard.edu/>

[McFarlan, 1982] McFarlan, W., "Portfolio Approach to Information Systems," Journal of Systems Management, Vol. 33, No. 1., January, 1982.

[Maizlish & Handler, 2005] Maizlish, Bryan, Handler, Robert, "IT Portfolio Management – Step by step", John Wiley & Sons, Inc., USA, 2005.

[Kendall & Rollins, 2003] Kendall, Gerald I. and Rollins, Steven C., "Advanced Project Portfolio Management and the PMO: Multiplying ROI at Warp Speed", J. Ross Publishing., USA, 2003.

[Goldratt, 1990] Goldratt, E. M., "What Is This Thing Called the Theory of Constraints, and How Should It Be Implemented?", Croton-on-Hudson, NY: North River Press, 1990.

[w3wikiUncertaintyPrinciple] Wikipedia –Uncertainty Principle.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Uncertainty\\_principle](http://en.wikipedia.org/wiki/Uncertainty_principle)

[Leach, 2000] Leach, Laurence P., "Critical Chain Project Management", Artech House Inc., USA, 2000.

[Walpole & Myers, 2005] Walpole - Myers, "Probabilidad y Estadística", McGRAW-HILL, México, 1992.

[w3wikiVariance] Wikipedia - Variance. <http://en.wikipedia.org/wiki/Variance>

[w3wikiStandardDeviation] Wikipedia - Variance.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Standard\\_deviation](http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation)

[w3sei-cmuCBSD] Clements, Paul C. "From Subroutines to Subsystems: Component Based Software Development"  
<http://www.sei.cmu.edu/publications/articles/cb-sw-dev.html>

[Francis, 2005] Francis, Keneth, "Cost Buffers as the Financial Measurement in a Critical Chain Environment", TOCICO 2005 Conference, USA, 2005.

[Shewhart, 1986] Shewhart, W. A. "Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control", New York, 1986.

[w3ProjectServerArq] <http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/ms513875.aspx>

[w3ProjectServerPlat] <http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/ms507336.aspx>

[w3ProjectServerSDK] <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyId=2672F6F9-7028-4B30-99A2-18CB1EED1ABE&displaylang=en>

[w3ProjectServerProjTool] <http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa494895.aspx>

[Erl, 2005] Erl, Thomas, "Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design", Prentice Hall, USA, 2005.

[w3msdnSOA] <http://msdn2.microsoft.com/en-us/architecture/bb833022.aspx>

[QuantumPM, 2007] QuantumPM, LLC, "Microsoft Office Project Server 2007 Unleashed", Sams Publishing, USA, 2007.

[w3ProjectServerReq] <http://office.microsoft.com/en-us/projectserver/HA101945401033.aspx>

[Cameron, 2007] Cameron, Alexander, "Applying Dynamic Resource Buffering and the Theory of Constraints to Software Engineering", Paper presentado en la WMSCI 2007 Conference.