

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA CADENA
CRÍTICA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN LA
PLANIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO DE UNA COMPAÑÍA DE DESARROLLO
TECNOLÓGICO.**

**Presentado por
LILIAM ESTHER RAMÍREZ LOPEZ**

**Para optar al título de:
MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**Tutor:
ESTRELLA BASCARAN**

Caracas, 8 de octubre del 2008.

DEDICATORIA

A Dios y a mi Madre
Apoyos incondicionales.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO, por renovar mi Fe.

A MI ABUELA, el ángel que cuida mis pasos.

A MIS PADRES, quienes continúan enseñándome el camino.

A MIS HERMANOS, fuentes de inspiración y ganas de continuar.

A MI TUTORA, por confiar en mi potencial para alcanzar exitosamente esta meta.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS, quienes a lo largo de los años me han hecho entender que para lograr los objetivos, debo tener claro a donde quiero llegar.

A TODOS aquellos que de una u otra manera han contribuido con este logro.

Muchas Gracias...

RESUMEN

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN LA PLANIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE I&D DE UNA COMPAÑÍA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Liliam E. Ramírez L.

El manejo de recursos compartidos para la gestión de múltiples proyectos en una estructura organizacional matricial, en cualquier parte del mundo es un reto; lograr la satisfacción de todos sus clientes es mayor, especialmente en la cultura latinoamericana. El departamento de Investigación y Desarrollo (I&D) de la compañía de desarrollo tecnológico en estudio no escapa a esta realidad, fundamentalmente cuando se establece el objetivo estratégico del crecimiento para abarcar nuevos mercados, tanto tecnológicos como geográficos. Esto implica una diversificación e incremento de la cantidad de proyectos, responsabilidad en gran parte del departamento de I&D. Para lograrlo se están desarrollando una serie de acciones, tales como: revisión del proceso de diseño de nuevos productos, modificaciones en la estructura organizativa, creación del área de planificación y mejorar la gerencial del portafolio de proyectos, con la coordinación transitoria de estas actividades a través de un panel de expertos. Gran parte del trabajo consiste en determinar, seleccionar, conocer y adecuar las herramientas de gestión. La administración de las actividades de los recursos compartidos genera conflictos, por esto es necesario establecer estrategias claras para la planificación de las actividades. Una planificación que debe estar orientada al manejo óptimo de los recursos, que evite sobrecargas y estimaciones irreales. Basado en esta necesidad específica, el objetivo de esta investigación fue evaluar una herramienta de planificación y el control: la cadena crítica (*Critical Chain Project Management, CCPM*) y la teoría de las restricciones (*Theory of Constraints, TOC*), utilizando el método del valor ganado (*Earn Value, EV*). Esta herramienta en el estado del arte permite realizar en forma adecuada la gestión de proyectos tecnológicos, en la práctica se obtuvieron mejoras cualitativas (sentimiento de logro) y cuantitativas (cumplimiento de los tiempos de entrega). Se realizó un diagnóstico de la situación en el segundo semestre del 2006, se continuó con el diseño del plan implantación y la realización de la prueba piloto, el análisis de los resultados y se finalizó con el planteamiento de la metodología. En conclusión este análisis determinó que el uso de esta herramienta mejoraría el flujo de actividades especialmente en la gestión de múltiples proyectos, en los recursos críticos.

“Los problemas, mientras más complejos, más simple debe ser su solución”(E. Goldratt).

Palabras	Cadena Crítica, Teoría de las Restricciones, Recursos Compartidos,
Claves:	Planificación y control del tiempo, Múltiples proyectos.
Disciplina:	Planificación y Control del Tiempo
Campo:	Gerencia de Proyectos

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6. RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES	22
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.	24
2.2.1.1. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA COMPAÑÍA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ESTUDIO	25
2.2.1.2. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.	26
2.2.1.3. ÁREA SELECCIONADA PARA LA PRUEBA PILOTO: LABORATORIO.	27
2.2.1.4. PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS (PDNP).	27
2.2.1.5. SITUACIÓN DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN EN EL AÑO 2005.	28
2.2.1.6. PROCESOS DE PLANIFICACIÓN PARA EL PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.	31
2.2.2 GERENCIA DE PROYECTOS.	32

2.2.3	ÁREAS DE CONOCIMIENTO.	33
2.2.4	PROCESOS DE LA GERENCIA DEL TIEMPO (PMBOK, 2004)	35
2.2.5	CADENA CRÍTICA	37
2.2.5.1.	CONCEPTOS BÁSICOS DE CADENA CRÍTICA.	38
2.2.5.2.	COMPORTAMIENTOS TÍPICOS DE LA CADENA CRÍTICA (CRÍTICAL CHAIN BEHAVIORS).	39
2.2.5.4.	BENEFICIOS DE LA CADENA CRÍTICA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS	41
2.2.5.5.	PASOS PARA LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA A UN PROYECTO.	43
2.2.6	TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES.	43
2.2.6.1.	HERRAMIENTAS DEL PROCESO DEL PENSAMIENTO DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES.	47
2.2.7	CADENA CRÍTICA Y EL PMBOK	50
2.2.8	ORGANIZATIONAL PROJECT MANAGEMENT MATURITY MODEL (OPM3).	52
2.2.9	CADENA CRÍTICA Y VALOR GANADO.	54
CAPÍTULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN		55
3.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	55
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	56
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.4.	POBLACIÓN	57
3.5.	TÉCNICAS	58
3.5.1	TÉCNICAS DOCUMENTALES	58
3.5.2.	TÉCNICAS VIVAS O DE RELACIONES INDIVIDUALES Y DE GRUPO	58
3.5.3.	TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL	60
3.6.	CUADRO RESUMEN DE LA METODOLOGIA: OPERALIZACION DE LAS VARIABLES.	61
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		62
4.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ACTUALIZAR EL DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN PARA EL ÚLTIMO SEMESTRE DEL AÑO 2.006 DEL DEPARTAMENTO DE	62

	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, CON RESPECTO A LOS MECANISMOS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL, REVISANDO EL ANALISIS DE LA SITUACION DEL 2.005 ELABORADO POR LA TESIS DE ESPECIALISTA.	
4.1.1.	SITUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE I&D EN EL 2.006	63
4.1.2.	ESTATUS DEL DEPARTAMENTO DE I&D CON RESPECTO A LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS (ESPINA DE PESCADO).	71
4.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ANALIZAR LOS MECANISMOS PARA LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.	74
4.2.1.	FUNDAMENTOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES.	76
4.2.2.	PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA EN UN PROYECTO	76
4.2.3.	EJEMPLO DE LA CADENA CRÍTICA EN UN PROYECTO	77
4.2.3.1	PASO 1: IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA	78
4.2.3.2	PASO 2: DETALLE LA CADENA CRÍTICA	81
4.2.3.3	PASO 3: HOLGURAS	81
4.2.4.	EJEMPLO DE LA CADENA CRÍTICA EN TRES PROYECTOS.	83
4.2.5.	EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES.	95
4.2.6.	LA INFLUENCIA CULTURAL EN EL MANEJO DE LOS PROYECTOS EN VENEZUELA	101
4.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3: IMPLANTAR LA METODOLOGÍA EN EL ÁREA PILOTO DEL LABORATORIO, LUGAR DONDE EL AUTOR CUENTA CON LA OBSERVACIÓN DIRECTA PERTINENTE POR SER EL SUPERVISOR DE LA MISMA.	102
4.3.1.	EVALUACIONES PRELIMINARES	104
4.3.1.1.	CANTIDAD DE PROYECTOS EN AREA EN ESTUDIO.	104

4.3.1.2.	ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN.	106
4.3.2.	PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	111
4.3.3.	SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA PRUEBA PILOTO	125
4.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 4: EVALUAR LA FACTIBILIDAD DE LA APLICACIÓN DE ESTA METODOLOGÍA EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS.	128
4.4.1.	PROPUESTA DEL PLAN DE IMPLANTACIÓN	129
4.4.2.	ETAPA 1: APOYO DE LA ALTA GERENCIA	131
4.4.3.	ETAPA 2: FORMACIÓN	132
4.4.4.	ETAPA 3: IMPLANTACIÓN	132
4.4.5.	ETAPA 4: EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS	133
4.5.	PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.	134
CAPÍTULO V ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		146
5.1.	EVALUACIÓN SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA METODOLOGÍA.	148
CAPÍTULO VI EVALUACIÓN DE RESULTADOS		149
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		152
7.1.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
CAPÍTULO VIII REFERENCIAS		154
8.2.	BIBLIOGRAFÍA	154
CAPÍTULO IX ANEXOS		159
9.1.	GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS	159
9.2.	ACRÓNIMOS UTILIZADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN	168
9.3.	TORMENTA DE IDEAS DE LA SITUACIÓN DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL.	170
9.4.	TORMENTA DE IDEAS DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES	173

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	21
Figura Nro. 2.1 Organigrama de la compañía de desarrollo tecnológico en estudio (Planteamiento de estructura organizativa para el departamento de I&D ,2005)	25
Figura Nro. 2.2 Estructura Matricial de Investigación y Desarrollo (Planteamiento de estructura organizativa para el departamento de I&D ,2005)	27
Figura Nro. 2.3 Proceso de desarrollo de nuevos productos (PDNP, 2005)	28
Figura Nro. 2.4 Proceso de planificación adaptado al proceso de desarrollo de nuevos productos (Ramírez, 2005)	32
Figura Nro. 2.5 Áreas de Conocimiento (Láminas de Procesos en Gerencia de Proyectos Marzo, 2004)	33
Figura Nro. 2.6 Diagrama de flujo para la teoría de las restricciones	46
Figura Nro. 2.7 Nube disipante (Escalona, 2.006)	48
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	62
Figura Nro.4.1. Clasificación y selección de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D	65
Figura Nro.4.2. Estatus de la Gerencia de proyectos	66
Figura Nro.4.3. Gráfico de la evaluación de las áreas de Gerencias de proyectos seleccionadas	67
Figura Nro.4.4. Clasificación y selección de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC	68
Figura Nro.4.5. Resultados de la evaluación	69
Figura Nro.4.6. Problemas priorizados según el panel de expertos	70
Figura Nro.4.7. Orden para resolver los problemas priorizados	71
Figura Nro.4.8. Espina de pescado de la situación en el 2006 del departamento de Investigación y desarrollo.	73
Figura Nro.4.9. Diagrama de Gantt referencial del proyecto en la parte 1	79
Figura Nro.4.10. Diagrama de Gantt referencial del proyecto en la parte 1, con el ajuste del recurso AV1	80
Figura Nro.4.11. Diagrama de Gantt referencial del proyecto ejemplo con las holguras	80
Figura Nro.4.12. Listado de actividades para un proyecto en el ejemplo de CCPM&TOC en múltiples proyectos, parte 1	83
Figura Nro.4.13. Listado de actividades para un proyecto en el ejemplo de CCPM&TOC en múltiples proyectos, parte 2	86

Figura Nro.4.14.	Cadena crítica para un proyecto del ejemplo de CCPM&TOC en múltiples proyectos parte 2	87
Figura Nro.4.15.	Cadena crítica para un proyecto después de aplicar la metodología para un proyecto	87
Figura Nro.4.16.	Cronograma del proyecto después de aplicar la metodología para un proyecto.	89
Figura Nro.4.17.	Cronograma del recurso laboratorio antes y después de la nivelación de los recursos	91
Figura Nro.4.18.	Planificación resultante para el ejemplo de la CCPM&TOC para múltiples proyectos Parte 1.	93
Figura Nro.4.19.	Planificación resultante para el ejemplo de la CCPM&TOC para múltiples proyectos Parte 2	94
Figura Nro.4.20.	Planificación resultante para el ejemplo de la CCPM&TOC para múltiples proyectos Parte 3	95
Figura Nro.4.21.	Efectos Indeseables en los proyectos (Ramírez, 2.008)	96
Figura Nro.4.22.	Primer paso para el análisis de la nube de conflicto para el efecto indeseable Nro. 1	97
Figura Nro.4.23.	Determinación del la segunda causa-efecto.	97
Figura Nro.4.24.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 1	98
Figura Nro.4.25.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 2	98
Figura Nro.4.26.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 3	99
Figura Nro.4.27.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 4	99
Figura Nro.4.28.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 5	100
Figura Nro.4.29.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 6	100
Figura Nro.4.30.	Nube de conflicto para el efecto indeseable número 7	101
Figura Nro.4.31.	Gráfico de la Cantidad de proyectos activos en el laboratorio en periodo entre el 2.002 y el 2.005.	106
Figura Nro.4.32.	Histograma de los resultados de las simulaciones para la prueba IEC 61000-4-5: picos de alta energía (surge)	109
Figura Nro.4.33.	Histograma de los resultados de las simulaciones para la prueba IEC 61000-4-4: Transitorios rápidos (EFT)	110
Figura Nro.4.34.	Histograma de los resultados de las simulaciones para la prueba IEC 61000-4-3: Ruido eléctrico radiado.	111
Figura Nro.4.35.	Vista superpuesta del proceso de DNP y su proceso de planificación	113
Figura Nro.4.36.	Parte de la estructura detallada del proyecto en estudio para la prueba piloto.	114
Figura Nro.4.37.	GANT referencial de la etapa de conceptualización del proyecto realizado en Project	116

Figura Nro.4.38.	GANT referencial de la etapa de diseño preliminar del proyecto realizado en Project	117
Figura Nro.4.39.	Ejemplo del paquete de trabajos utilizado por la estructura detallada de trabajo.	118
Figura Nro.4.40.	Primer nivel de la estructura detallada de trabajo del proyecto A	118
Figura Nro.4.41.	Estructura detallada del trabajo de la conceptualización	119
Figura Nro.4.42.	Estructura detallada del trabajo del diseño preliminar	119
Figura Nro.4.43.	Cadena crítica con las holguras establecidas	125
Figura Nro.4.44.	Curva “S” del proyecto utilizado el método del valor ganado	128
Figura Nro.4.45.	Representación grafica de un conflicto típico para la gestión de proyectos	130
Figura Nro.4.46.	Modelos de PMO según la adaptación de Casey & Peck (2001)	137
Figura Nro.4.47.	Visualización de las interacciones de las PMO según la adaptación de Bernstein	139
CAPÍTULO V ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		146
Figura Nro. 5.1.	Modelo de Larry Leach para la implantación de la cadena crítica	147
CAPÍTULO IX ANEXOS		159
Figura Nro. 9.1.	Ideas’s kill de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D	170
Figura Nro. 9.2.	Clasificación de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D	171
Figura Nro. 9.3.	Selección de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D	172
Figura Nro. 9.4.	Ideas’s kill de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC	173
Figura Nro. 9.5.	Clasificación de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC	174
Figura Nro. 9.6.	Selección de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC	175

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	21
Tabla Nro. 2.1. Definición de Actividades	35
Tabla Nro. 2.2. Secuenciamento de Actividades	35
Tabla Nro. 2.3. Estimación de las duraciones	36
Tabla Nro. 2.4. Desarrollo del Cronograma	36
Tabla Nro. 2.5. Control del Cronograma	37
Tabla Nro. 2.6. Cuadro resumen de las herramientas del proceso del pensamiento utilizadas por la teoría de las restricciones.	46
CAPÍTULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	55
Tabla Nro. 3.1. Cuadro resumen de la metodología de investigación relacionada	61
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	62
Tabla Nro. 4.1. Resumen general de la evaluación de las áreas de Gerencia de proyectos	64
Tabla Nro. 4.2. Evaluación de las áreas de Gerencia de proyectos seleccionadas	67
Tabla Nro. 4.3. Planificación del proyecto ejemplo en la parte 1	78
Tabla Nro. 4.4. Planificación del proyecto ejemplo en la parte 1, con el ajuste del recurso AV1	79
Tabla Nro. 4.5. Planificación del proyecto ejemplo con los ajustes para disminuir la duración	81
Tabla Nro. 4.6. Planificación del proyecto ejemplo con las holguras agregadas.	82
Tabla Nro. 4.7. Planificación del proyecto ejemplo después de aplicar la metodología de la cadena crítica	84
Tabla Nro. 4.8. Definición de la prioridad de los proyectos para el caso de múltiples proyectos	90
Tabla Nro. 4.9. Resumen de los tiempos estimados para la ejecución de los proyectos después de agregarle las holguras de capacidad.	92
Tabla Nro. 4.10. Resumen de los tiempos estimados para la ejecución de los proyectos después de agregarle las holguras de capacidad.	92
Tabla Nro. 4.11. Cantidad de proyectos activos en el laboratorio en periodo entre el 2.002 y el 2.005.	106
Tabla Nro. 4.12. Relación entre la cantidad de proyectos y la cantidad de analistas de verificación.	106
Tabla Nro. 4.13. Cantidad de repeticiones de la prueba básicas en el último semestre 2.002 y el 2.004	107
Tabla Nro. 4.14. Formato utilizado para la recolección de datos de los tiempos	108

	de ejecución	
Tabla Nro. 4.15.	Datos estadísticos notables de la prueba IEC 61000-4-5: Picos de alta energía (surge)	108
Tabla Nro. 4.16.	Datos estadísticos notables de las pruebas IEC 61000-4-4: Transitorios rápidos (EFT)	109
Tabla Nro. 4.17.	Datos estadísticos notables de la prueba IEC 61000-4-3: Ruido eléctrico radiado.	110
Tabla Nro. 4.18.	Estimaciones mínimas para actividades típicas	111
Tabla Nro. 4.19.	Estimación de la duración del proyecto	113
Tabla Nro. 4.20.	Recursos disponibles para el proyecto en las etapas bajo estudio	115
Tabla Nro. 4.21.	Duración estimada de las fases principales de la estructura detallada de trabajo.	118
Tabla Nro. 4.22.	Listado de actividades para la etapa de conceptualización	121
Tabla Nro. 4.23.	Listado de actividades para la etapa de diseño preliminar	122
Tabla Nro. 4.24.	Medición del avance del proyecto	126
Tabla Nro. 4.25.	Comparación de los diferentes estimados del proyecto y su duración	127
Tabla Nro. 4.26.	Cuadro resumen de las evaluaciones del proyecto.	127
Tabla Nro. 4.27.	Indicadores del estado del proyecto en las diferentes evaluaciones	128
Tabla Nro. 4.28.	Estimado de tiempo para la fase inicial de la implantación de la metodología de la cadena crítica	108
Tabla Nro. 4.29.	Comparación de los diferentes estimados del proyecto y su duración	127
Tabla Nro. 4.30.	Cuadro resumen de las evaluaciones del proyecto.	127
Tabla Nro. 4.27.	Indicadores del estado del proyecto en las diferentes evaluaciones	128
Tabla Nro. 4.28.	Resumen del plan de implantación (Parte 1)	131
Tabla Nro. 4.29.	Resumen del plan de implantación (Parte 2)	132
Tabla Nro. 4.30.	Estimado de tiempo para la fase inicial de la implantación de la metodología de la cadena crítica	133
CAPÍTULO V ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		148
Tabla Nro. 5.1.	Resultado según la metodología de los objetivos específicos	148
CAPÍTULO VI EVALUACIÓN DE RESULTADOS		149
Tabla Nro. 6.1.	Estado de los objetivos específicos del trabajo de investigación	151
Tabla Nro. 6.2.	Estado del objetivo general del trabajo de investigación	151

INTRODUCCIÓN

En las siguientes páginas se presenta el trabajo de grado para optar al título de Maestría en Gerencia de Proyectos, otorgado por la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Este proyecto da continuidad al trabajo especial de grado realizado por la autora en el año 2.005, el cual se concentró en el desarrollo de los procesos de planificación para el departamento de Investigación y Desarrollo de una compañía de desarrollo tecnológico, donde se determinó la necesidad de la aplicación de las herramientas de planificación y control de proyectos denominadas cadena crítica y teoría de las restricciones (CCPM&TOC) a proyectos tecnológicos.

La línea de investigación está enmarcada dentro del conjunto de procesos gerenciales que se observan dentro del modelo de estratos concéntricos del mapa de administración de Yaber (2.007), y se sitúa específicamente en las áreas de planificación y control de las unidades de proyectos de una empresa manufacturera cuya producción y operaciones reciben información de mercadeo y ventas para formular la inversión en proyectos, los cuales son desarrollados para el departamento bajo estudio.

Dentro de la versión modificada por Velazco (2.008) para gerencia de proyectos descrita en el manual de trabajo de líneas de investigación vigentes para la maestría, se encuentra enmarcada dentro de los procesos modulares de planificación y control, específicamente en la línea de Gerencia del tiempo en proyectos.

Este trabajo de grado se ha dividido en nueve partes: planteamiento del problema, marco teórico, marco metodológico, desarrollo del proyecto, análisis de resultados, evaluación de los resultados, conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

En el primer capítulo se plantea el problema de investigación, la justificación del proyecto, el objetivo general, los objetivos específicos, el alcance de la investigación y las limitaciones identificadas.

El segundo capítulo establece el marco teórico de los tópicos utilizados en el desarrollo de la investigación, además de incluir antecedentes de la investigación y algunas definiciones que aclaran conceptos.

El tercer capítulo incluye el marco metodológico, indicando el tipo de investigación, las técnicas y las herramientas que se utilizaron durante el desarrollo de la investigación. También se establecen los lineamientos que guiarán el desarrollo de la investigación.

El cuarto capítulo incluye el desarrollo de la investigación, el cual se orientó a las actividades para alcanzar cada uno de los objetivos de la investigación. Iniciándose con el diagnóstico de la situación de los procesos de planificación, se continuó con la evaluación de las herramientas, el diseño de la prueba piloto y se finalizó con la evaluación del plan de implantación en el departamento de investigación y desarrollo de una empresa de desarrollo tecnológico.

El capítulo quinto resume el análisis de los resultados obtenidos.

El capítulo sexto presenta la evaluación de los resultados desde el punto de vista del investigador basándose en la reflexión del aprendizaje personal obtenido y su contribución a la compañía.

Las últimas tres entregas se encargan del cierre del trabajo de grado, en el capítulo séptimo, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, es decir el aprendizaje obtenido y las futuras investigaciones del tema; a continuación se citan las referencias bibliográficas utilizadas que permiten profundizar en algún punto de interés de manera rápida y se finaliza con una serie de anexos cuya información facilita la consulta y comprensión de la investigación realizada.

“Convictions are more dangerous enemies of truth than lies”
Nietzsche, 1878

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se plantea el problema objeto de estudio en esta investigación, junto con los lineamientos que justifican la selección del problema; se definen los objetivos donde se establece el alcance identificando así mismo las limitaciones que afectaron el desarrollo de la misma.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto de investigación se realizó en una empresa de desarrollo tecnológico, cuyo nombre no se mencionará a solicitud de la directiva de la misma, por razones de confidencialidad. Esta compañía tiene más de 20 años en el mercado venezolano, desarrollando productos electrónicos llenos de innovaciones tecnológicas, con calidad de exportación, específicamente protectores, temporizadores industriales y domésticos. Su posición en el mercado venezolano y la calidad de sus productos le han permitido introducirse en algunos mercados latinoamericanos con bastante éxito.

Actualmente, esta empresa tiene entre sus principales objetivos estratégicos a corto y mediano plazo, fortalecer su presencia en mercados nacionales e internacionales. Para lograrlo de manera exitosa, la junta directiva ha decidido invertir en el departamento de investigación y desarrollo, ya que hasta los momentos la mayor parte de las inversiones se han concentrado en las operaciones como centro del negocio, enfocando las inversiones hacia los procesos de manufactura.

Inicialmente se contrató una empresa consultora de procesos industriales y planificación estratégica, cuyo informe arrojó entre sus resultados la necesidad de enfocar los principales esfuerzos en la preparación del recurso humano en las áreas de

interés, la adecuación de las instalaciones físicas, el levantamiento y optimización de los procesos.

Especialmente, en el Departamento de Investigación y Desarrollo, se detectaron las siguientes debilidades:

- Los procesos, los roles y la estructura organizativa no están claramente definidos.
- Los proyectos no poseen un esquema de planificación unificada.
- Los recursos compartidos están colapsados.
- Los objetivos estratégicos de la unidad no están alineados con las actividades de la empresa.
- Falta de información que permita priorizar las actividades.
- La gestión de proyectos es una actividad subestimada por la organización.
- El trabajo en equipo es ineficiente, ya que la comunicación no fluye adecuadamente entre las diferentes áreas de producción del departamento.

En este momento, se atraviesa por un proceso de transición de la estructura organizacional para facilitar la planificación y el seguimiento de las actividades, controlar el flujo de nuevas actividades, manejar los riesgos e implantar el control de cambios de alcance.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es la continuidad de la línea de investigación iniciada por la autora en el trabajo especial de grado para obtener el título de especialista con el diseño de los procesos de planificación adaptados al proceso de desarrollo de nuevos productos de esta empresa de desarrollo tecnológico. Esta investigación se fundamentó en la necesidad de optimizar el “*time to market*”, administrar eficazmente los recursos compartidos, mediante la gestión de proyectos especialmente en el área de tiempo,

utilizando la herramienta Cadena Crítica y Teoría de Restricciones en el laboratorio del Departamento de Investigación y Desarrollo, prototipo de estudio de implementación de la metodología en el caso que sea exitosa, y luego, previa autorización de la Junta Directiva se aplicará el plan para la implementación en otros departamentos.

El síndrome del estudiante es un efecto común pero poco internalizado, el cual se fundamenta en que los individuos sin importar el tiempo estimado para una actividad y las holguras obtenidas para la misma, siempre realizan la actividad cuando la fecha de entrega se aproxima. (Moreno, 2004).

La ley de Parkinson no es menos común se basa en que las actividades se complican y se alargan cuando el final se acerca; otro efecto que no es menos importante es el hecho de que los individuos cuando “tienen tiempo” tienden a tomar más actividades o responsabilidades, las cuales los distraen de su objetivo principal. (Moreno, 2004).

Conocidas las debilidades del departamento anteriormente mencionadas en la formulación del problema, junto con los efectos del denominado síndrome del estudiante y ley de parkinson, el rendimiento de los proyectos se ve mermado. Estos efectos deberían disminuir con la aplicación de las herramientas de planificación y control como la cadena crítica y la teoría de las restricciones.

1.3. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos que guiaron la presente investigación, los cuales están divididos en el objetivo general y cuatro objetivos específicos que permiten alcanzarlo.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Describir la aplicación de la metodología de planificación y control basada en la cadena crítica y la teoría de las restricciones, para la planificación y el control del tiempo de los recursos compartidos en una gestión de múltiples proyectos en una empresa de desarrollo tecnológico.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para cumplir con el objetivo general se definieron cuatro objetivos específicos, los cuales se enumeran a continuación:

1. Actualizar el diagnóstico de la situación para el último semestre del año 2.006 del departamento de Investigación y Desarrollo, con respecto a sus mecanismos de planificación y control, revisando el análisis de la situación del 2.005 elaborado en el trabajo especial de grado para optar al título de especialista elaborado por la autora.
2. Analizar los mecanismos para la aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento de Investigación y Desarrollo.
3. Implantar la metodología en el área piloto del Laboratorio, lugar donde el autor cuenta con la observación directa pertinente por ser el supervisor de la misma.
4. Evaluar la factibilidad de la aplicación de esta metodología en el departamento de Investigación y Desarrollo para el manejo de los recursos.

1.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de esta investigación se dividió en tres entregables:

1. Revisión de la evaluación de la situación para el segundo semestre del 2.006, con respecto a la planificación y control en el departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa bajo estudio.
2. Ejecución de la prueba piloto a la herramienta de la teoría de restricciones y la cadena Crítica en el área del laboratorio.
3. Definición del plan de implantación para la aplicación de la herramienta en el departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa de desarrollo tecnológico en estudio.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En todo proyecto siempre existen riesgos o limitaciones que pueden dificultar o limitar alcanzar el objetivo del proyecto, algunos de estos pueden ser previstos desde el planteamiento del proyecto. En el caso de esta investigación se identificaron los siguientes acontecimientos probables que pudiesen impedir o disminuir la calidad de los resultados:

- Escasa información sobre el tema central, ya que a pesar de ser una teoría con aproximadamente 30 años de desarrollo; aún no esta muy difundida.
- Su aplicación práctica se concentró en el área de laboratorio, lo que podría sesgar la evaluación por la naturaleza diferente de las actividades en cada área.
- La objetividad de los resultados debido a que la evaluación del estatus actual se basó en reuniones donde se aplicaron técnicas como la tormenta de ideas y la espina de pescado a la metodología de la cadena Crítica y la teoría de las

restricciones; lo que permitió evaluar el estatus desde un punto de vista compartido.

1.6. RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el caso que la evaluación sea positiva, la mejora que podría generar en la organización, se observaría en efectos como: la valoración de la gestión de proyectos como herramienta para conseguir los objetivos estratégicos; compromiso e integración del grupo de trabajo hasta convertirlo en equipo; disminución de efectos como el síndrome del estudiante o de la ley de Parkinson y en resumen la mejora del clima organizacional con resultados de mejor calidad en el tiempo previsto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En esta investigación es importante tener claros los conceptos básicos de planificación y control del tiempo, así como las herramientas clásicas de gerencia de proyectos con la finalidad de entender los principios y las ventajas que ofrece la herramienta bajo estudio, es decir teoría de las restricciones y la cadena crítica. En este marco teórico se presentará una serie de fundamentos básicos para entender los posteriores estudios, distribuyéndose de la siguiente manera:

Antecedentes: Consisten de la revisión de diferentes investigaciones relacionadas con el tema realizadas tanto dentro de la organización como en la universidad Católica Andrés Bello.

Bases Teóricas: Esta parte permite conocer la organización donde se realizó la investigación y revisar definiciones como: los procesos de planificación según el PMBOK, metodologías de planificación y control, profundizando en la cadena crítica y la teoría de las restricciones. Estas bases teóricas permiten unificar los conceptos que se utilizaron en la investigación, tanto los conceptos novedosos como aquellos que puedan tener más de una interpretación.

2.1. ANTECEDENTES

Los antecedentes abarcan entre otras investigaciones del tópico realizadas dentro de la universidad Católica Andrés Bello, a continuación se referencian:

Relacionada directamente con el tópico se encontró la investigación que en el año 2001 realizó María B. Valera Manrique, bajo la dirección de José Augusto Briseño para optar al título de especialista en gerencia de proyecto. Este trabajo especial de grado tenía por título: “Cadena crítica: Un aporte de la teoría de las restricciones a las

técnicas tradicionales de la gerencia de proyectos.”. En la misma se hizo una revisión teórica de la metodología y una comparación con los métodos tradicionales PERT-CPM; mediante revisión documental y entrevistas a especialistas.

La investigación realizada para obtener el grado de especialista en Gerencia de Proyectos en el año 2006 por Bastardo Ordaz Marco Antonio, bajo la tutoría de Oscar Jiménez, hace un análisis de las diferentes metodologías para la gerencia de proyectos, especialmente los de software, viéndolos como el desarrollo de nuevos productos. El título de esta investigación fue “Selección de una metodología para la gerencia de proyectos de desarrollo de software”, y establece que los proyectos que usan metodologías de gerencia de proyectos, se adecuan más a los procesos, y disminuyen los problemas.

Para finalizar se utilizó como insumo el trabajo especial de grado titulado “Diseño de los procesos de planificación para el departamento de Investigación y Desarrollo de Generación de Tecnología”, realizado en el 2005, por Liliam Ramírez autora de la presente investigación, en este caso con la tutoría de Álvaro Latorre. En la cual se puede ver el inicio de esta investigación ya que consigue el diagnóstico de los procesos de planificación para la época y el planteamiento de un proceso de planificación alineado con la organización.

Además se tienen investigaciones mucho mas especializadas del tópico, entre ellas:

Larry Leach, Abril 2005. Publicó un libro de los 8 secretos de la cadena crítica. Además desarrolló un software que permite utilizar la cadena crítica, el cual probablemente será evaluado durante esta investigación. El primer secreto de este libro es que el éxito de un sistema de proyectos, está basado en liderar el sistema compuesto de: la gente, los procesos y el producto. Al comienzo de este capítulo se consigue el pensamiento de Rudyard Kipling que traduce: “Yo mantengo a mi servicio seis hombres honestos (Ellos me han enseñado todo lo que se); Sus nombres

son Qué y por qué y cuando y cómo y dónde y quién”¹; todos aquellos que en algún momento han gestionado un proyecto saben que estos son los indicadores del éxito del proyecto.

Moreno, R. en el 2004 publicó su artículo de la Cadena Crítica en proyectos de software, basado en la experiencia de la implantación en la Dirección de Tecnología de SP-Grupo SAGE, fabricantes de Contaplus.

Tony Rizzo, quien en 1995 probó exitosamente la cadena crítica y la teoría de las restricciones en Luccent Technology y es un consultor internacional para la implantación de esta metodología.

2.2. BASES TEÓRICAS

A continuación se presenta los aspectos teóricos, que abarcan los antecedentes organizacionales, la descripción de la organización y la delineación de algunos puntos generales de la gerencia de proyectos y las herramientas en estudio:

2.2.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.

La empresa en estudio es una empresa fabricante de dispositivos y relés electrónicos con aproximadamente veinte años de experiencia en el mercado. Desde sus inicios, la empresa se ha dedicado a atender fabricantes de: tableros eléctricos, equipos de refrigeración, aire acondicionado, sistemas de bombeo, equipos electrodomésticos y al mercado reposición de partes y piezas, ofreciendo de esta manera productos diseñados y manufacturados para satisfacer a los usuarios más exigentes. La empresa cuenta con un experimentado departamento de investigación y desarrollo y un equipamiento de última tecnología, lo que permite que todos sus productos sean diseñados y verificados

¹ *“I keep six honest serving men, (they taught me all I know); Their names are What and Why and When and How and Where and Who”* Rudyard Kipling

bajos los estándares IEC² de compatibilidad electromagnética y UL³ de seguridad al usuario. Estos procesos de verificación facilitan la entrada a mercados internacionales e incrementan la calidad de los productos.

El proceso de fabricación está concebido dentro de un sistema de aseguramiento de calidad, que garantiza una producción con un bajo nivel de rechazo. Dicho proceso posee como principales fortalezas una estricta inspección de entrada de la materia prima y la prueba funcional del 100% de la producción. Su oferta de productos está comprendida por: protectores de voltaje, temporizadores, relés de alternancia, relés de control de nivel, fotocontroles para exteriores, relojes programables, módulos de ignición para cocinas a gas, módulos de control para equipos de aire acondicionado y otras soluciones.

2.2.1.1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA COMPAÑÍA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ESTUDIO.

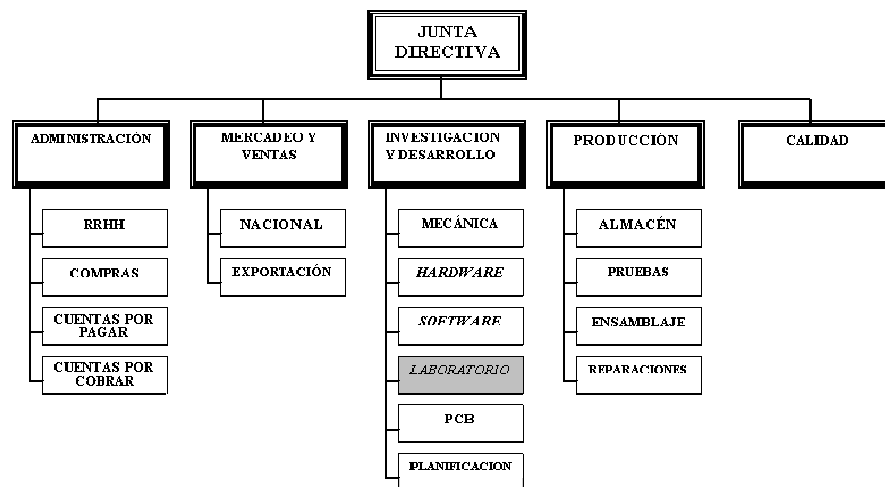


Figura Nro. 2.1 Estructura organizativa de la compañía de desarrollo tecnológico en estudio
(Planteamiento de estructura organizativa para el departamento de I&D, 2005)

² IEC **International Electrotechnical Comision** o Comisión Internacional Electrotécnica el cual es un organismo internacional que se encarga de generar estándares y normativas especializadas para equipos eléctricos y electrónicos, con la finalidad de garantizar y tabular niveles de inmunidad a efectos eléctricos y evitar emisiones de gran cantidad de equipos.

³ UL **Underwriter Laboratories** es un organismo internacional que evalúa y califica los productos como seguros, este sello es reconocido y solicitado por gran cantidad de países para comercializar en los mismos.

El organigrama anterior presenta la estructura organizativa de la compañía bajo estudio, donde resaltan sus principales gerencias: Administración, Mercadeo y Ventas, Producción, Calidad e Investigación y desarrollo donde se desarrollo la investigación.

2.2.1.2 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Este departamento se encarga de diseñar nuevos e innovadores productos: hardware, software y empaque de los mismos, de acuerdo a criterios de calidad previamente definidos. Durante el desarrollo del mismo se debe trabajar en conjunto con el departamento de mercadeo para aclarar la necesidad del cliente y con la unidad de producción para garantizar la factibilidad de fabricación del producto con calidad.

El departamento de investigación y desarrollo tiene una estructura matricial balanceada entre líderes de proyecto y coordinadores de áreas funcionales. Actualmente existen cuatro líneas de proyectos encargadas de desarrollar productos para mercados diferentes con sus propios recursos, las cuales trabajan en conjunto con los recursos de seis áreas diferenciables: Diseño Mecánico (DM), Laboratorio (LAB), Circuitos impresos (PCB), Software (SW), Hardware (HW) y Planificación.

En este departamento descrito en la figura 2.1 se centrará la investigación, desarrollando la prueba piloto en el área identificada como laboratorio. El laboratorio está considerado como una de las fortalezas de la compañía, además de ser un recurso crítico. Es el área encargada de probar, verificar, validar y conformar tanto la confiabilidad y la calidad del nuevo producto, durante todo el ciclo de vida del proyecto, de acuerdo a estándares y normas especificadas por el diseño del producto y ajustadas al plan de calidad de la empresa.

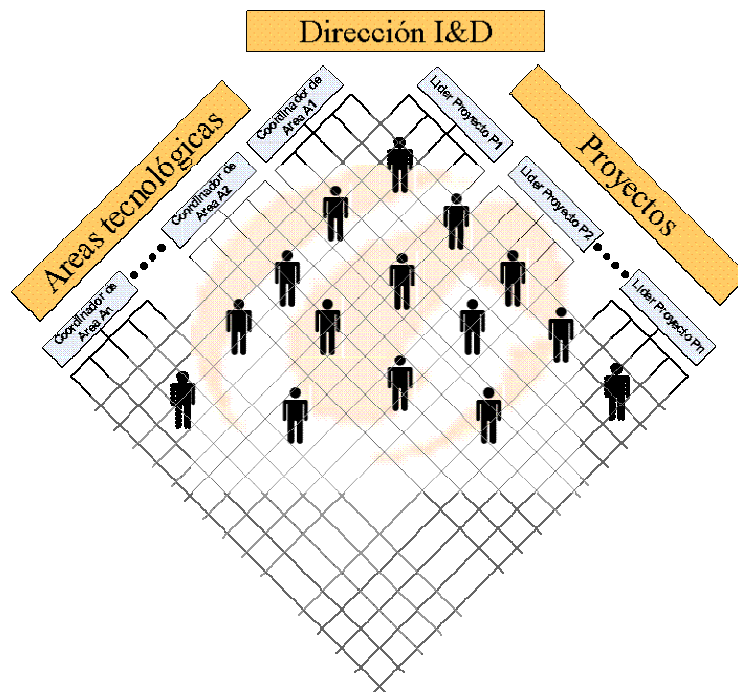


Figura Nro. 2.2 Estructura Matricial de Investigación y Desarrollo (Planteamiento de estructura organizativa para el departamento de I&D ,2005)

2.2.1.3 ÁREA SELECCIONADA PARA LA PRUEBA PILOTO: LABORATORIO

El área seleccionada para la prueba piloto, es el Laboratorio donde labora la autora de la presente investigación, es uno de los sectores medulares de la organización, dándole una ventaja competitiva en el mercado.

Durante las diferentes etapas del proceso de desarrollo de nuevos productos el laboratorio es el área que se encarga de realizar pruebas a los productos diseñados.

2.2.1.4 PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS (PDNP)

A continuación se presenta el Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos (PDNP, 2005), el cual es utilizado por la compañía en estudio. Tiene como insumo principal la estrategia de negocios, la cual da los lineamientos y direcciona los esfuerzos de mercadeo para explorar nuevas ideas que permitan

materializar la estrategia propuesta. Mientras que la salida de este proceso es un producto innovador, el cual se puede fabricar y vender para solucionar problemas específicos de los clientes. Este proceso está compuesto por cuatro grandes etapas, con objetivos específicos en el ciclo de vida del producto:

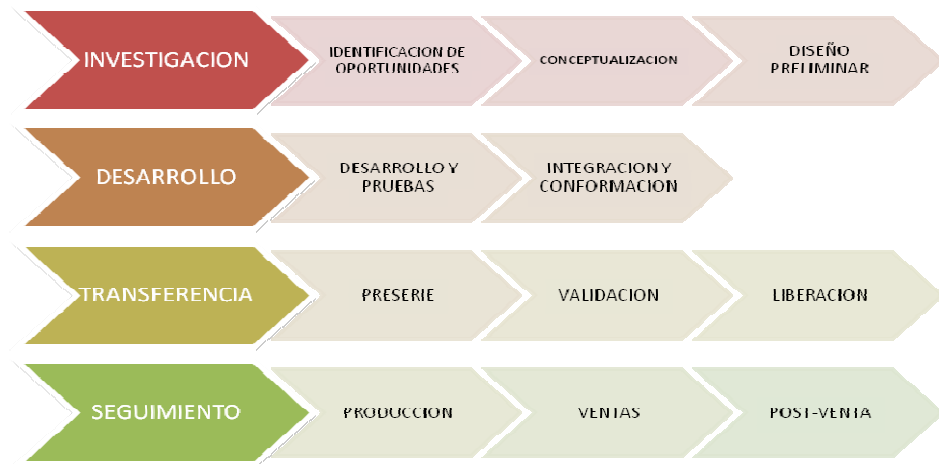


Figura Nro. 2.3 Proceso de desarrollo de nuevos productos (PDNP, 2005)

- **Investigación:** Identificación de oportunidades, Conceptualización y Diseño preliminar.
- **Desarrollo:** Desarrollo y Pruebas e Integración y Conformación
- **Transferencia:** Preserie, Validación y Liberación
- **Seguimiento:** Producción, Ventas y Post-venta

2.2.1.5 SITUACIÓN DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN EN EL AÑO 2005.

A continuación se presenta de manera resumida el diagnóstico realizado por la autora de este proyecto a mediados del 2005, en el trabajo especial de grado para optar al título de especialista en gerencia de proyectos acerca del estatus de los procesos de planificación del departamento de Investigación y Desarrollo. A la fecha de este informe para el grado de maestría algunos

puntos han cambiado en el esquema de toma de decisiones, pero la mayoría de los problemas continúan estando vigentes.

En el departamento de Investigación y Desarrollo (...) cuatro líderes de proyecto, definen cuatro estilos de planificación diferentes, los cuales no tienen puntos de encuentro, a pesar de compartir recursos. Esto permite que sean las áreas o los recursos compartidos de la compañía los que establezcan la planificación del departamento. Al llegar los proyectos a las áreas sin ninguna planificación previa, la planificación del líder de proyecto colapsa. Las razones de este colapso se basan en que para las áreas no existe ninguna prioridad, así que generalmente van poniendo las actividades en cola, en el mejor de los casos first in, first out (FIFO).

El líder de proyecto generalmente solicita los servicios con un máximo de dos semanas de anticipación y deberá esperar su turno en la “cola”, a menos que el proyecto en particular sea declarado de alta prioridad. Las declaraciones de un proyecto como “alta prioridad” se realizan sin medir las consecuencias, o revisar cuales proyectos serán los afectados o cuales son las consecuencias de esta decisión.

A todo lo anterior se une el hecho de que los recursos humanos de la compañía parecen no ser suficientes para los proyectos en desarrollo, y los que existen no tienen su rol, ni sus responsabilidades claras. Esto define tres acciones necesarias en el área de recursos humanos: definir políticas claras para el ingreso de personal, ingresar el nuevo personal, establecer los roles y las responsabilidades de cada uno de los integrantes del departamento asociados con el proceso de desarrollo de nuevos productos y definir un modelo de competencias para la evaluación de los recursos.

Los diferentes estilos de planificación se basan en la experiencia y los estilos de gestión de cada individuo que ocupa una posición de poder. En la estructura de (...) se han contratado tecnólogos con poca o ninguna

preparación gerencial, ya que esto nunca ha sido considerado como una característica importante en el perfil de su personal.

Los líderes de proyecto como gerentes de proyectos deben poseer habilidades: gerenciales, humanas y técnicas. Los conocimientos gerenciales permiten manejar los procesos propios de la compañía, los conocimientos humanos permiten manejar de manera efectiva el equipo de trabajo y los conocimientos técnicos permiten evaluar el desempeño del proyecto y la toma acertada de decisiones. En este caso presentan alto grado de especialidad en los conocimientos técnicos y deficiencias en los otros dos aspectos.

Estas deficiencias se notan en el descontento de la alta gerencia con los resultados, la falta de comunicación con la gerencia media y el descontento de los subalternos. Los recursos humanos son sensibles a esta situación, por esta razón los resultados de un proyecto, dependen en gran medida de las interacciones humanas. Es importante resaltar que se cuenta con personal con capacidad de manejar múltiples actividades y personal, sin ningún tipo de planificación formal. Existe un potencial para manejar imprevisto de manera exitosa.

Por cultura organizacional en la compañía la planificación consiste en listas de actividades con duraciones estimadas, a las cuales no se les realiza seguimiento, ni se consolidan en una planificación del departamento (manejo de portafolio).

Otras de las debilidades de algunos de los líderes de proyecto son: las relaciones personales ya que no se manejan de forma correcta en ningún sentido (superiores, iguales o subalternos), las múltiples actividades adicionales como: mercadeo, coordinaciones de áreas, asesorías a otros proyectos.

Las coordinaciones de área están dirigidas por personal muy joven, el cual se está formando y lo están haciendo bajo mucha presión, ya que como se expresó anteriormente generalmente éstas son el punto donde las planificaciones de los proyectos se unen y se establecen prioridades. Las principales debilidades son la falta de experiencia y la toma de decisiones sin haber tomado en cuenta todos los lados.

Las planificaciones de las coordinaciones en su mayoría manejan planificaciones quincenales que deben revisarse semanalmente, para realizar las modificaciones ocasionadas por las repetitivas interrupciones y cambios de alcance o de diseño. Las planificaciones se modifican de manera irregular, ya que no existe un plan “maestro” que coordine y priorice las actividades del departamento.

En este momento se enfrentan problemas de espacio y escasez de personal. Al igual que los líderes de proyecto, los coordinadores de área enfrentan múltiples responsabilidades que no están relacionadas con su actividad medular o principal.

2.2.1.6 PROCESOS DE PLANIFICACIÓN PARA EL PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

El proceso de planificación diseñado específicamente para el departamento de Investigación y Desarrollo de una empresa de desarrollo tecnológico caso de estudio, tiene seis etapas:

Estimación del Plan: Etapa inicial del proyecto dentro de la cual se realizan estimados gruesos de costos y tiempo (de arriba hacia abajo), en esta etapa es importante iniciar el manejo de los riesgos y la calidad.

Diseño del Plan: Durante la conceptualización del proyecto el proceso de planificación tiene sus actividades más intensas. En esta etapa se define el

plan de ejecución del proyecto. El plan de ejecución del proyecto incluye todos los procesos de planificación, tanto medulares como de soporte del PMI.

Definición del plan: Esta etapa ocurre durante la ejecución del Diseño preliminar y se basa en los resultados de éste para verificar y corregir el plan de ejecución del proyecto. Los procesos de planificación son actualizados en su mayoría.

Revisiones del plan: Debe ocurrir antes de entrar a cada etapa del proyecto o cuando un cambio de alcance es realizado.

Gerencia de la producción: el líder de proyecto debe entregar al gerente de calidad un plan de calidad para la producción y éste se encargará de vigilar que la calidad del producto se mantenga a lo largo de la vida del producto.

Gerencia de los eventos: se gestionan las eventualidades o fallas detectadas en producción, compras o ventas, se analiza el problema y se le proporciona una solución temporal o permanente.



Figura Nro. 2.4 Proceso de planificación adaptado al proceso de desarrollo de nuevos productos (Ramírez, 2005)

2.2.2 GERENCIA DE PROYECTOS.

“La Gerencia de Proyectos es la aplicación sistemática de una serie de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para alcanzar o exceder los requerimientos de los *stakeholders*⁴ de un proyecto” (Palacios, 2003).

⁴ **Stakeholder:** Traduce del inglés como agarrador de vara, en el ámbito gerencial es una palabra que se refiere a todas las personas que son de alguna manera afectadas por el desarrollo o el resultado del proyecto, incluye los diseñadores, los clientes, los usuarios, las autoridades, etc.

La Gerencia de proyectos se encarga de Identificar los requerimientos y las expectativas del entorno para lograr satisfacer las necesidades de la mayor cantidad de **stakeholders** que pueda, usando los recursos disponibles, para lograr finalizar un proyecto en el tiempo oportuno (cronograma), con el costo adecuado (presupuestos), sin afectar la calidad (especificaciones).

Las herramientas básicas para un proyecto son: los cronogramas que permiten controlar la variable tiempo para que el tiempo sea ideal, los presupuestos que permiten controlar el recurso financiero garantizando que el mismo sea adecuado, las especificaciones que permiten garantizar y manejar el alcance del proyecto, con la calidad esperada en los resultados.

Todos estos aspectos son tratados y tienen que ser gestionados a lo largo de la vida de los proyectos, estos pueden organizarse en cinco procesos: Inicio, Planificación, Ejecución, Control y Cierre. Cada uno de estos procesos está relacionados entre sí y presentes en cada fase del proyecto.

2.2.3 ÁREAS DE CONOCIMIENTO

El Project Management Institute define nueve áreas de conocimientos, en las cuales se resumen las habilidades y prácticas recomendadas para la dirección de proyectos. A continuación se explicará de manera resumida cada área de gestión.



*Figura Nro. 2.5 Áreas de Conocimiento(Laminas de Procesos en Gerencia de Proyectos
Marzo, 2004)*

Gestión de Integración: Describe los procesos requeridos para asegurar la consolidación y coordinación de los elementos de los proyectos.

Gestión del Alcance: Describe los procesos requeridos para identificar cual es la necesidad del cliente y cual no. Posee subprocesos como: Iniciación, definición, planificación, verificación y control del alcance.

Gestión del Tiempo: En esta gestión se incluyen los procesos para estimar y garantizar el tiempo del proyecto. Los subprocesos de la gestión del tiempo incluyen: Definición, secuenciamiento, estimación, desarrollo y control del cronograma.

Gestión de Costos: Es la gestión que se encarga de estimar costos, asignar el presupuesto y controlar que el costo del proyecto vaya según lo presupuestado.

Gestión de la Calidad: Está compuesto por la planificación, aseguramiento y control de la calidad para cumplir con las especificaciones definidas desde el comienzo del proyecto.

Gestión de los Recursos Humanos: Incluye subprocesos como la planificación del personal requerido para el proyecto, su adquisición y los procesos para mantenerlos satisfechos.

Gestión de las Comunicaciones: Es el área que se encarga de planificar, recolectar, distribuir las comunicaciones en el proyecto, tanto entre sus ejecutores, los supervisores y el resto de los *stakeholders*.

Gestión del Riesgo: Esta área engloba los procesos de identificación, evaluación y respuesta a los riesgos que se pueden presentar durante el proyecto.

Gestión de la Procura: Son los procesos para adquirir los bienes y servicios para la adquisición del proyecto.

2.2.4 PROCESOS DE LA GERENCIA DEL TIEMPO (PMBOK, 2004)

De los procesos anteriormente mencionados, se profundizara en los procesos planificación y control de la Gerencia del Tiempo según el PMBOK 2004, los cuales serán los más usados en esta investigación. A continuación se presentarán los procesos de planificación y control del tiempo. Estos procesos tienen entradas y salidas que los relacionan con las otras gerencias de la gestión de proyectos.

Definición de actividades: Identificación de actividades específicas que deben ejecutarse para producir los diversos entregables del proyecto.

Entradas	Técnicas y Herramientas	Salidas
Estructura Detallada de Trabajo (WBS) Enunciado del Alcance Información Histórica Restricciones Hipótesis Juicio de Expertos	Plantillas Descomposición	Listado de Actividades Detalles de Respaldo Actualizaciones de la Estructura Detallada del Trabajo

Tabla Nro 2.1. Definición de Actividades (PMBOK, 2004)

Secuenciamiento de actividades: Identificación y documentación de las relaciones de dependencia.

Entradas	Técnicas y Herramientas	Salidas
Lista de Actividades Enunciado del producto Dependencias Obligatorias Dependencias discrecionales Hitos	Método de diagramación por precedencia Método de diagramación por flechas Métodos condicionales de diagramación Plantillas de red	Diagramas de red del proyecto Actualización de las listas del proyecto

Tabla Nro 2.2. Secuenciamiento de Actividades (PMBOK, 2004)

Estimación de la duración de las Actividades: Estimación del numero de los periodos laborales que se requieren para completar las actividades individuales.

Entradas	Técnicas y Herramientas	Salidas
Lista de Actividades Restricciones Hipótesis Requerimientos de los Recursos Capacidad de los recursos Información Histórica Riesgos Identificados	Juicio de Expertos Estimación análoga Duraciones calculadas cuantitativamente Tiempo de reserva (Contingencia)	Estimación de la duración de las actividades. Base de las estimaciones Actualizaciones de la lista de actividades

Tabla Nro 2.3. Estimación de las duraciones PMBOK, 2004)

Desarrollo del Cronograma: Análisis de la secuencia de las actividades, duración de las actividades y requerimiento de recursos para crear el cronograma del proyecto.

Entradas	Técnicas y Herramientas	Salidas
Diagrama de red del proyecto Estimación de la duración de las actividades Requerimientos de los recursos Enunciado de los recursos disponibles Calendarios Restricciones Hipótesis Adelantos y retrasos Plan de gestión de riesgos Atributos de las actividades	Análisis matemático Comprensión de la duración Simulación Método Heurística de nivelación de recursos Software de dirección de proyectos Estructura de la codificación	Cronograma del proyecto Detalles de respaldo Plan de gestión de tiempos Actualización de los requerimientos de los recursos

Tabla Nro 2.4. Desarrollo del Cronograma (PMBOK, 2004)

Control del Cronograma: Control de cambios al cronograma del proyecto.

Entradas	Técnicas y Herramientas	Salidas
Cronograma del proyecto Informes de rendimiento Pedidos de cambios Plan de gestión de Tiempos	Sistema de control de cambios del cronograma Medición de rendimiento Planificación adicional Software de dirección de proyecto Análisis de variación	Actualización del cronograma Acciones correctivas y Lecciones aprendidas

Tabla Nro 2.5. Control del Cronograma (PMBOK, 2004)

2.2.5 CADENA CRÍTICA

De acuerdo con Laurence Leach (2004) la cadena crítica son los procesos y practicas desarrollados por la gerencia de proyectos para aplicar la teoría de las restricciones “*thinking processes*” para finalizar los proyectos de una manera rápida y confiable. En un proyecto la cadena crítica se establece basada en las dependencias entre las tareas, lo cual a su vez define una expectativa de culminación del proyecto. Las dependencias usadas para determinar la cadena crítica deben incluir tanto las dependencias lógicas (donde finalizar una actividad es requerido para comenzar otra) y las dependencias de recursos (donde una actividad tiene que esperar que un recurso finalice su trabajo en otra actividad). La identificación de la cadena crítica se basa en redes de tareas con estimados de tiempo y una nivelación de recursos, también conocida como el camino crítico.

Los aspectos diferenciadores de la cadena crítica se basan en la naturaleza estadística de los proyectos, el comportamiento humano y el direccionamiento hacia las variables que impactan, el concepto de las holguras en los alimentadores, el impacto en el proyecto de las variaciones en las tareas no críticas, para mantener la cadena crítica durante todo el proyecto.

La cadena crítica en su forma simple es el proceso de gestionar el cronograma de un proyecto de la manera más efectiva protegiéndolo de los retrasos. Para esto, ésta metodología de gestión de proyectos revisa las duraciones (llevándolas al mínimo posible) y acumula los tiempos extras (seguridad) de cada actividad hacia una holgura principal, la cual es el centro del proceso de control del proyecto.

Esta metodología es mucho mas fácil de implantar en ambientes donde es esencial cumplir con las fechas y se ponen en juego grandes cantidades de dinero, ya que este es un gran motivador. Cuando se trata de implantar esta metodología no se debe subestimar ninguno de los pasos, se debe gestionar el cambio para mantener e involucrar a la gente clave en el proceso, y hay que comprender el ambiente donde se desea implantar, ya que el éxito en la gestión de proyectos depende de la definición de roles, libertad de acción entre las áreas, de lo claro de los objetivos y no solo de los cronogramas.

Cuando se selecciona la prueba piloto, esté debe ser un pequeño proyecto, en el cual todos los recursos estén dedicados al proyecto, sin estructura matricial. Y en caso de fallas se debe intentar de nuevo (ensayo y error), la primera vez generalmente no es un éxito relevante.

2.2.5.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE CADENA CRÍTICA

La cadena crítica tiene conceptos básicos que la persona que la aplica debe tenerlos claros antes de ejecutarlos, según Fernández (2000) destacan los siguientes:

Fije sus metas (Setting Goals): Clarifique sus metas, limite su alcance, costo, fecha y beneficios que traerá.

Cree sus cronogramas (Creating Schedules): Trabaje hacia delante, ordene sus entregables y tareas basado en las dependencias para alcanzar las metas.

Cuando se establecen las dependencias hay que resaltar las actividades que pueden correr en paralelo, generalmente son mas de las que uno se imagina.

Acorte la duración de las tareas (Cutting Task Time): El cronograma se realiza basado en estimaciones con 90% de probabilidad de cumplimiento y para proceder a ajustar las tareas al 50% de su duración (usando el sentido común), cuidando de no hacerlo en las tareas que no tienen holguras (seguridad). El objetivo de bajar estos tiempos es eliminar las holguras de las actividades, esto debe validarse con los recursos que realizaran las actividades.

2.2.5.2 COMPORTAMIENTOS TÍPICOS DE LA CADENA CRÍTICA (CRÍTICAL CHAIN BEHAVIORS).

Según Robert Newbold de ProChain Solutions Inc entre los comportamientos típicos de las personas y en los cuales se fundamenta la cadena crítica al tratar de prevenirlos o eliminarlos están:

El Síndrome del Estudiante: Las personas esperan hasta el último minuto para realizar las actividades y sorprendentemente las actividades se retrasan. Otra forma de reflejarse este síndrome en personas que realizan múltiples actividades y por saltar de una actividad a otra, generalmente no se termina ninguna de las actividades a tiempo; así se haya dado suficiente tiempo.

La Ley de Parkinson⁵: Las tareas son capaces de tomar todo el tiempo disponible, mientras más tiempo tengas para realizar una tarea mas tiempo toma. Cuando se realizan múltiples tareas (multitasking) también se puede ver

⁵ C. Northcote Parkinson (1909-1993) primera publicación de esta “ley”: “El trabajo se expande para rellenar el tiempo que falta para completarlo *“Work expands to fill the time available for its completion.”*. En noviembre de 1955 en un ejemplar de *“The Economist”* se imprimió un ensayo titulado *“Parkinson's Law,”* re publicado mas tarde en el libro con el mismo nombre, publicado por Buccaneer Books.

el efecto de la ley de parkinson, ya que mientras más tiempo se tenga para realizar una actividad, más actividades se pueden tomar.

Multitasking: La cadena crítica distingue entre malas y buenas prácticas de multitasking. Se reconocen como buenas prácticas del multitasking: Un recurso debe trabajar sobre la actividad (Act A) hasta que ésta sea completada o esté bloqueada, es decir, que se esté esperando por una aprobación o información adicional y si el recurso está bloqueado, entonces puede trabajar en otra actividad (Act B), hasta que se desbloquee la actividad previa (Act A). Si se desbloquea la primera actividad (Act A), debe regresar a ésta y no regresar a la otra actividad (Act B) hasta que no la termine.

Finales tempranos: Cuando los recursos terminan las actividades temprano o a tiempo, es importante que se le comunique el gerente proyecto, para poder tomar los beneficios de esto. Culturalmente los recursos tratan de ocultar cuando terminan a tiempo, ya que en el futuro las duraciones de las actividades o sus estimados pueden ser acortados.

Holgura del proyecto y de los alimentadores: La metodología de la cadena crítica promueve la creación de holguras tanto para el proyecto como para los alimentadores de la cadena crítica. Entre las claves para establecer las holguras se encuentran: Las holguras están basadas en mover las seguridades de las tareas para el final del proyecto donde puedan ser gestionadas de manera efectiva para proteger la fecha de cierre. Las holguras no son simplemente de relleno, en el caso de que se presenten pequeños problemas, ellas absorberán estos retrasos. Cuando los problemas son grandes dan tiempo para planificar y actuar para regresar al tiempo. La holgura debe gestionarse, y no simplemente esperar a que se agote la misma. Las holguras de los alimentadores de la cadena crítica o del camino crítico, protegen la cadena crítica de retrasos en las actividades no críticas que la alimentan, ya que estos retrasos pueden llegar a generar una nueva ruta crítica.

Mantener el cronograma de la cadena crítica: Cuando el cronograma de la cadena crítica está listo, no implica que el trabajo se terminó, es importante entender que esta metodología en base a holguras no son una forma fácil de acortar los proyectos, sino una forma de gestionarlos. Para el éxito de esta metodología es importante continuar trabajando en la gestión de las holguras y el comportamiento de los recursos.

2.2.5.3 BENEFICIOS DE LA CADENA CRÍTICA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS.

En resumen según Lynch (1998) la cadena crítica consiste en colocar las holguras en sitios estratégicos del cronograma del proyecto, no planifique multitareas para los recursos, agregue holgura en los recursos críticos y deje de malgastar el tiempo de los recursos reservándolos para un proyecto por más tiempo del necesario. Entre los beneficios más notables de esta metodología se encuentran el incremento del rendimiento por la orientación hacia las prioridades de las tareas y recursos, control del costo y el alcance, proyectos a tiempo, reducción de la duración de los proyectos, mejora del ambiente de trabajo y un enfoque a la mejora continua. Entre las principales limitaciones con las que los gerentes de proyectos se encuentran al tratar de implantar esta metodología se encuentran: los mecanismos de seguimiento, los software no están hechos para esta metodología, las actividades subcontratadas generalmente no están listas a tiempo, generalmente se solicita que las holguras sean removidas y los recursos generalmente no expresan abiertamente los tiempos agregados por seguridad.

Los proyectos se retrasan (75% de los proyectos termina con retrasos y 30% es cancelado antes de culminar), el incremento de costos y los cambios frecuentes de alcance. A esos problemas típicos se le agregan una serie de incertidumbres; como: la confiabilidad de los recursos, las tareas requeridas no son completamente conocidas, la duración de las tareas varía, las herramientas, equipos y materiales para los entregables.

Tradicionalmente estas incertidumbres son manejadas por los gerentes de proyectos con recursos que realicen múltiples tareas, se incrementan las duraciones para proteger las fechas importantes, se cambia constantemente el cronograma para mantener éste válido, acelerar las tareas críticas para minimizar los retrasos y comenzando gran cantidad de proyectos.

La cadena crítica sugiere que para manejar estas incertidumbres, proteger los cronogramas sin agregar de manera exagerada colchones de tiempo, establecer prioridades en las tareas y en los recursos, colocar proactivamente mecanismos de realimentación, comenzar solo los proyectos que se puedan administrar, entre otros.

En resumen los beneficios de la implantación de la cadena crítica son:

- Planificaciones realistas que se cumplen.
- Conocimiento preciso del impacto de la aceptación de un nuevo proyecto.
- Planificación objetiva del inicio o lanzamiento de nuevos proyectos.
- Conocimiento de forma permanente del estado de los proyectos y no cuando se ha incumplido o finalizado.
- Priorización clara en la asignación de tareas a los recursos, tanto en el seno de un proyecto como en multiproyectos.
- Reducción del tiempo de producción para poder comercializar el producto o servicio.

2.2.5.4 PASOS PARA LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA A UN PROYECTO

El libro de Leach (2004) define los siguientes ocho pasos como la base para aplicar la herramienta de la cadena crítica a un proyecto:

1. Planificar el proyecto con duraciones estimadas con bajo riesgo.
2. Visualizar los perfiles de recursos necesarios para cada actividad.
3. Identificar la cadena crítica (secuencia y recursos)
4. Establecer las relaciones entre las actividades y los recursos e identificar las nuevas cadenas críticas o las ramas que pudieran afectar la cadena crítica.
5. Establecer duraciones estimadas con 50 % de probabilidad de logro con las siguientes premisas:
 - Cada trabajo se ejecutará de acuerdo con el comportamiento esperado en tiempos y recursos.
 - Todos los insumos requeridos estarán disponibles al inicio de la actividad
 - Los ejecutores podrán dedicarse al 100% hasta completar la actividad.
6. Ubicar los buffer de recursos críticos, el buffer de proyecto y el buffer de los alimentadores de la cadena crítica.
7. Controlar los buffers de acuerdo a reglas de acción preestablecidas, por ejemplo:
 - Reducción del 33 % del buffer implica intensificar seguimiento
 - Reducción del 50 % del buffer implica tomar acción correctiva.
8. Priorizar los paquetes de trabajo en las colas de espera de las áreas (recursos críticas) según situación de los buffers.

2.2.6 TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES.

La teoría de las restricciones (TOC) es una filosofía de gerencia y mejora, la cual fue desarrollada por Eliyahu Goldratt en su libro The Goal y describe cómo

gestionar las organizaciones para alcanzar una meta. Está basado en el hecho de que una cadena, es tan fuerte como la más débil de sus uniones. La teoría de las restricciones consiste en identificar la restricción del sistema, para luego ser gestionado con esto en mente.

En la gerencia de proyectos la teoría de las restricciones es una metodología que trabaja con la serie de actividades y las limitaciones de recursos que no permiten la ejecución del proyecto en un menor tiempo. Para esto se reducen las duraciones del proyecto en un 50% y el tiempo restante se utilizara como buffer⁶ de la actividad y el resto se acumulará en la holgura del proyecto.

Para el uso de la teoría de las restricciones se ha creado una metodología que integra herramientas del proceso del pensamiento (*Theory of Constraints (TOC) Thinking Processes*), la cual está orientada a la construcción de soluciones, necesidades de comunicación y colaboración que se requiere para el éxito de la implementación. Esta metodología puede ser usado en diferentes negocios como: Producción, gestión de proyectos, distribución, mercadeo, entre otros.

La propuesta básica de la teoría de las restricciones para maximizar la meta de la organización y que usualmente sirve para incrementar el rendimiento, consiste en definir: ¿Qué cambiar, para qué cambiarlo, cómo causar el cambio?

¿Qué Cambiar?... Evaluación de la situación, diagnosticando la realidad, e identificación del problema principal o el conflicto. En esta etapa se usan herramientas que se explicarán posteriormente en este capítulo como: evaporación de las nubes, proceso genérico de las nubes, árbol de ideas donde se enlazan indeseables efectos y causas raíces, para elegir correctamente qué cambiar.

⁶ El buffer también llamado holgura de la actividad en esta herramienta, es conocido como el espacio de tiempo adicional disponible para terminar la actividad sin que esta afecte la siguiente actividad, los recursos críticos o al proyecto. Los buffer serán utilizados como mecanismo de control del tiempo transcurrido.

¿Para qué cambiar?... Verbalización de la visión y la solución y describir la estrategia para atender el efecto deseado, selección de la decisión y el desarrollo de soluciones. En este caso se usan herramientas como: Evaporando las nubes para identificar el punto de inicio, un árbol de ideas donde los efectos indeseables cambian en situaciones deseables.

¿Como hacer que los cambios pasen....? Desarrollo de plan detallado con tácticas donde se clarifique qué tiene que pasar y qué esfuerzos se deben sincronizar del grupo en la implementación de la estrategia. En este caso la principal herramienta consiste en la planificación basada en los objetivos.

Según el Eliyahu Goldratt para la implementación más básica de la teoría de las restricciones, hay que enfocarse en cinco aspectos:

- 1 Identificar la Restricción del sistema.
- 2 Decidir como aprovechar la restricción: para esto se pueden agregar recursos, superponer tareas y corregir los datos.
- 3 Subordinación de todas las decisiones a la restricción: establecer las holguras del proyecto, la de los alimentadores de la cadena crítica y la de los recursos críticos.
- 4 Elevar el sistema de la restricción, enfocando los recursos en esta y
- 5 No deje que la inercia evite que realice este proceso de detectar esta restricción de nuevo, evalúe constantemente el proyecto.

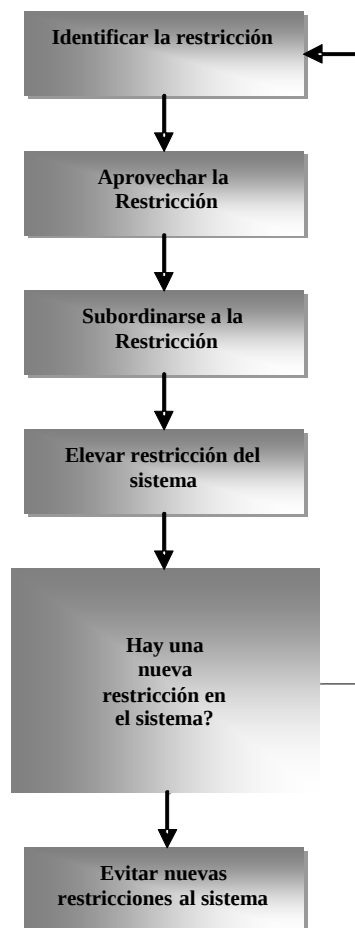


Figura Nro. 2.6 Diagrama de flujo para la teoría de las restricciones (Leach, 2004)

¿Qué cambiar?	1. Determinación de Efectos Indeseables 2. Construcción de Tres Nubes 3. Construcción de Nube Genérica 4. Construcción de Árbol de Realidad Actual
¿Hacia qué cambiar?	1. Evaporación de la Nube 2. Construcción de Árbol de Realidad Futura 3. Poda de Reservas de Rama Negativa
¿Cómo provocar el cambio?	1. Construcción de Árbol de Prerrequisitos 2. Construcción del Árbol de Transición

Tabla Nro 2.6. Cuadro resumen de las herramientas del proceso del pensamiento utilizadas por la teoría de las restricciones (Leach, 2004).

2.2.6.1 HERRAMIENTAS DEL PROCESO DEL PENSAMIENTO DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES

Según Escalona (2.006) el proceso del pensamiento de la teoría de las restricciones consiste en entender las relaciones de efectos-causas-efectos del mundo que nos rodea, por esto la Teoría de Restricciones especifica que en cualquier sistema que se conforma con un propósito no existe tal cosa como un verdadero conflicto, solamente supuestos no revisados. O sea que, las decisiones que tomamos son las que crean los conflictos, los cuales podrían evitarse si revisamos bien los supuestos que sustentan nuestras decisiones.

Escalona (2.006) revisa el conjunto de herramientas del Pensamiento Lógico, que son parte del Proceso de Pensamiento bajo la Teoría de Restricciones (TOC). Las cuales pueden aplicarse individualmente en situaciones específicas, o combinadas para la solución de problemas, estas herramientas se aplican para traducir la intuición a un formato que pueda ser evaluado racionalmente para construir soluciones de sentido común a los problemas y para facilitar la comunicación, colaboración y consenso de las partes involucradas.

Adicionalmente es importante identificar los dos procesos mentales que se aplican en dichas herramientas y que son el corazón del proceso de pensamiento: Lógica de Suficiencia; y Lógica de Necesidades. La lógica de suficiencia consiste en descripciones sobre por qué existen las situaciones o por qué se cree que ciertas acciones provocarán ciertos resultados. Para ello se utiliza la lógica expresada en la siguiente forma: "Si..., entonces..., porque... ". O algunas veces, cuando existen varias condiciones toma la siguiente forma: "Si..., y si..., y si..., entonces...". La Lógica de Necesidades toma la forma de: "Para poder..., debemos...,". Con ello se describen los requerimientos o prerrequisitos asociados con los resultados deseados. Estos requisitos pueden no ser suficientes, por ellos mismos, para generar los resultados, pero sus existencias son consideradas necesarias para ello. A veces la forma puede

incorporar el factor "por que...", lo cual permite aflorar creencias y supuestos que subyacen en la apreciación de por qué se necesita tener una condición para obtener un resultado.

Escalona explica que la herramienta de determinación de Efectos Indeseables como la Gestión de Restricciones se cuenta también con las reglas lógicas. Estas categorías se dividen en dos niveles: donde en el primer nivel se revisa la claridad, la existencia de la entidad y la existencia de la causalidad. En la segunda etapa se tiene la insuficiencia de la causa, la causa adicional, la reversión de causa-efecto, la existencia del efecto anticipado y la redundancia.

La Nube Disipante corresponde a la Lógica de Necesidades y toma la siguiente forma:

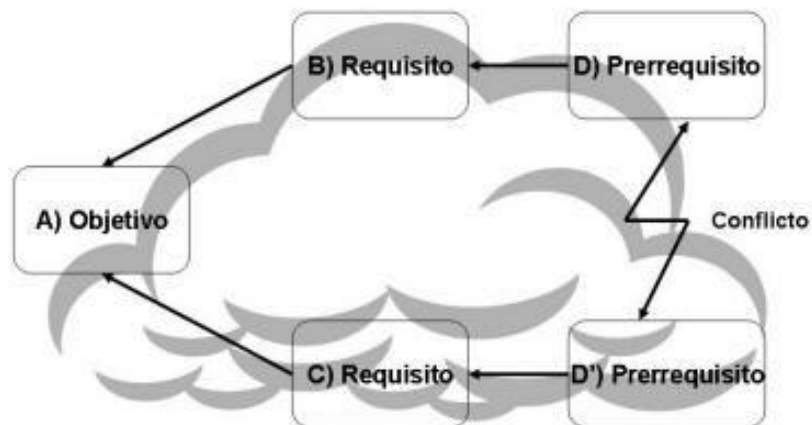


Figura Nro. 2.7 Nube disipante (Escalona, 2.006)

Una nube como la mostrada en la figura anterior se lee de la siguiente forma:

Para poder tener el objetivo A, debemos tener el requisito B...

Para poder tener el requisito B, debemos tener el prerrequisito D...

Para poder tener el objetivo A, debemos tener el requisito C...

Para poder tener el requisito C, debemos tener el prerrequisito D'...

Pero los prerrequisitos D y D' se encuentra en conflicto...

La Nube permite definir con claridad el dilema percibido y una forma de aflorar y revisar los supuestos subyacentes a cada flecha, incluyendo la flecha del conflicto entre D y D', existen los supuestos. Para identificar esos supuestos subyacentes recurrimos a revisar las declaraciones de "para poder..., debemos..." y le agregamos la palabra "porque", con lo cual solicitamos las razones de por qué A requiere de B, o B requiere de D, o C requiere de D', o hasta por qué D y D' son mutuamente excluyentes. Una vez que los supuestos han sido claramente identificados, solamente resta descubrir un supuesto que sea susceptible de cuestionamientos.

No importa cuántos nombres se le asignen a la Nube Disipante, ya sea "Nube del Conflicto" o "Nube del Dilema" o "Diagrama para Resolución de Conflictos", en esencia proporciona una forma de verbalizar la solución a una situación conflictiva. La solución de un conflicto debe ser una solución de ganar-ganar. Cualquier aparente compromiso que no logre disipar la nube, solamente nos indica que no hemos logrado resolver el conflicto. La Nube Disipante es también la herramienta apropiada para atender decisiones personales; negociaciones bajo conflictos interpersonales; y conflictos sistémicos o análisis de causas de conflictos.

Los árboles y ramas son un conjunto de herramientas aplicadas para responder a las tres preguntas fundamentales del proceso continuo de mejoras. Se les denomina árboles y ramas porque gráficamente se asemejan a ellos.

Para lograr consenso y focalización, el árbol de realidad actual (ARA) es insuperable. El propósito del ARA es describir, por medio de una estructura lógica, las relaciones de Efectos-Causas-Efectos de la situación prevaleciente. Con el ARA logramos describir esas relaciones de Efectos-Causas-Efectos entre los síntomas indeseables que queremos eliminar y el conflicto o problema raíz que perpetúa dichos efectos indeseables.

Para construir o desarrollar una solución completa, contamos con la Nube Disipante y el árbol de realidad futura (ARF). Con el ARF desarrollamos una estructura lógica de Efectos-Causas-Efectos que muestran cómo los cambios propuestos afectarán la realidad. Con el desarrollo del ARF se presentarán nuevos efectos indeseables que se definen como salvedades negativas y forman parte de las ramas de salvedades negativas (RSN) que se atienden para establecer qué acciones o requisitos son necesarios para evitarlas.

Para lograr una efectiva comunicación y colaboración de equipo, se cuenta con las Ramas de Salvedades Negativas (RSN), el Árbol de Prerrequisitos (AP) y el Árbol de Transición (AT).

2.2.7 CADENA CRÍTICA Y EL PMBOK

La cadena crítica se alinea con la Gerencia de proyectos según el PMBOK⁷ de manera más fuerte en las áreas de integración, gestión del tiempo y gestión del riesgo, pero también se conecta con las áreas de costos, comunicaciones, recursos humanos y procura y su implementación exitosa dependerá en gran medida de la gestión de la calidad. A continuación se presenta basándose en los procesos típicos de cada fase un enlace entre la gerencia de proyectos y la cadena crítica.

- **Procesos de Inicio:** Los proyectos son seleccionados para alcanzar las metas estratégicas de la organización. En la evaluación y lanzamiento de proyectos la teoría de las restricciones enfatiza en la relación entre el rendimiento y las protecciones o compromisos. En un ambiente de proyectos basado en la teoría de las restricciones un proyecto podría manejar un alcance mayor a uno en un ambiente donde no se aplique la teoría de las restricciones. La teoría de las restricciones puede aplicarse

⁷ Project Management Body of Knowledge

para priorizar, evaluar, y el lanzar proyectos en sistemas caracterizados por una capacidad finita de recursos.

- **Procesos de planificación:** En el mundo de la teoría de las restricciones construcción de redes, identificación de la cadena crítica, realizar el cronograma y agregarle las holguras son los requerimientos claves para los procesos de planificación. Estimados de costo y presupuestos son una vía para establecer holguras para el presupuesto. Entre los procesos facilitadores importantes de esta etapa se tienen en área de riesgos: la identificación y cuantificación de los riesgos y en las comunicaciones el de comunicar la planificación. Los riesgos del cronograma son una parte importante de la metodología de la cadena crítica, esto permitirá colocar un adecuado tamaño de la holgura. En el caso de las comunicaciones el éxito de la implantación de la teoría de las restricciones está centrado en la comprensión del reporte de las holguras.
- **Procesos de ejecución:** Como se mencionó anteriormente uno de los procesos principales en esta etapa del proyecto, son los procesos de aseguramiento de la calidad. El enfoque de la cadena crítica le da al gerente de proyectos la capacidad para mover de manera artificial las fechas de finalización, permitiendo que se haga lo necesario para cumplir con la actividad minimizando el efecto sobre las otras actividades.
- **Procesos de control:** Control del cronograma, reportes de avance y respuestas controladas a los riesgos, soportadas en la gestión de las holguras y la propuesta de la teoría de las restricciones. Los cambios del cronograma están basados en los impactos a las holguras.
- **Procesos de cierre:** El impacto de la teoría de las restricciones aún no está claramente definido en esos procesos, pero estaría orientado a los procesos administrativos.

2.2.8 ORGANIZATIONAL PROJECT MANAGEMENT MATURITY MODEL (OPM3).

La gerencia de proyectos en las organizaciones en inglés *Organizational Project management* es la administración sistemática de proyectos, programas y portafolios alineados a las metas estratégicas de la compañía. El project management institute (PMI) creo un estándar que gira en torno a las oficinas de proyectos, el cual establece el puente entre la estrategia organizacional y los proyectos exitosos.

Este estándar establece que la organización debe tener la capacidad de gerenciar programas, proyectos y portafolios de manera efectiva, donde cada uno de los procesos esté estandarizado, sea medido, controlado y continuamente mejorado. Para lograr que la estrategia para gerenciar proyectos en una organización sea óptima, se debe manejar una serie de conceptos que van desde la planificación estratégica de la organización hasta los conceptos de gestión de portafolio.

La planificación estratégica de una compañía o institución agrupa la razón de ser de ésta, hacia donde va y cómo va a lograr llegar hasta ahí. La planificación estratégica puede dividirse en tres partes: La primera puede catalogarse como ideológica, en esta se agrupan la misión, la visión, las políticas, los objetivos y los valores de la organización; la segunda parte es analítica, encontrando el análisis estratégico interno y externo (análisis de tendencias, escenarios, la competencia, la cadena de valor, las capacidades medulares, etc.); y la tercera y ultima parte es operativa, ya que se define la estrategia, los planes, la formulación del portafolio y por lo tanto la lista de proyectos.

Una planificación estratégica por sí sola no ayuda a la alta gerencia ni a sus funcionarios a ejecutar y controlar que los objetivos estén siendo cumplidos, y en qué medida. Se debe llevar la estrategia hacia la aplicación operativa, alinear a toda la organización hacia la estrategia, lograr que la estrategia sea el objetivo

de todos y de todos los días, hacer de la estrategia un proceso continuo e instaurar el cambio a través del liderazgo ejecutivo.

Un portafolio es la colección de proyectos y/o programas el cual es agrupado para facilitar la efectividad de la gestión del trabajo de acuerdo a las estrategias de negocio. Los proyectos o programas del portafolio pueden ser mutuamente independiente o estar directamente relacionados. El portafolio representa las metas estratégicas de la organización a través de un conjunto de programas, proyectos, otros portafolios y el trabajo específico del momento. La gestión de portafolios está centrada en la gestión de uno o más portafolios, y esta incluye la identificación, priorización, autorización, gerencia y control de proyectos, programas y otros trabajos relacionados, para alcanzar los objetivos estratégicos del negocio. El portafolio debe reflejar la dirección estratégica de la organización. En el portafolio es donde se identifican las prioridades, se realizan las decisiones de inversión, y la distribución de los recursos. Si un programa o proyecto no está alineado con la estrategia de negocios, la organización debe preguntarse “Por qué”.

Un programa para el PMI es un grupo de proyectos relacionados gestionados de manera coordinada para obtener beneficios y control, el cual no estaría disponible si se hiciera de manera individual. Los programas pueden incluir trabajo fuera del alcance de un simple proyecto. La gerencia de programas es la gestión coordinada de programas para alcanzar los objetivos estratégicos y los beneficios.

Los indicadores de costo, alcance y tiempos correspondientes a los proyectos, programas, son información valiosa para la gestión del portafolio y determinar las acciones, acciones como la ejecución o no de un proyecto o terminar un proyecto. Los portafolios confían en los programas y proyectos para alcanzar las metas estratégicas, ya que todos están relacionados y comparten objetivos y recursos.

2.2.9 CADENA CRÍTICA Y VALOR GANADO.

Según el estudio TOC en PM de Luis Reyes (2.008) la Teoría de Restricciones está contemplada en la práctica de la Gerencia de Proyectos de manera general y sintética, aplicada a los tres elementos críticos que restringen todo proyecto: alcance, tiempo y costo. Las tácticas obtenidas de la aplicación del TOC mediante su proceso de pensamiento a la Gerencia de Proyectos están consideradas en el PMBOK; estas técnicas se pueden verificar en el Método de la Cadena Crítica y Análisis de Reserva de los procesos de Desarrollo del Cronograma y Estimación de Costos.

La Cadena Crítica es una técnica del proceso de desarrollo del cronograma que contempla los recursos limitados o críticos, combinando los enfoques determinístico y probabilístico. Inicialmente, el diagrama de red del cronograma del proyecto se construye usando estimaciones no conservadoras para las duraciones de las actividades, con las dependencias necesarias y restricciones definidas. Luego se calcula el camino crítico y se identifica el camino crítico, para introducir la disponibilidad de recursos y se determina el cronograma limitado por los recursos resultante. El Método de la Cadena Crítica agrega amortiguadores como actividades del cronograma, no laborables, para mantener el enfoque en las duraciones de las actividades planificadas.

El Análisis del Valor Ganado es una técnica del proceso de Control de Costos que sirve para medir el rendimiento y ayuda a evaluar la magnitud de todas las variaciones que infaliblemente se producirán. Esta técnica compara el valor acumulativo del costo presupuestado del trabajo realizado en la cantidad original del presupuesto asignado tanto con el costo presupuestado del trabajo planificado como con el costo real del trabajo realizado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Identificar si la herramienta de gestión que se propone genera mayores beneficios que la utilizada anteriormente es complicado, especialmente cuando los indicadores son sensibles a la subjetividad de las personas que integran la organización. Esto obliga a generar cuidadosamente una metodología de investigación adecuada, que permitiera realizar de forma objetiva la evaluación.

El objetivo general de la presente investigación se enfoca en este sentido; consiste en evaluar la aplicación de la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en la planificación y control en una organización matricial dedicada a la investigación y desarrollo de proyectos tecnológicos; para gestionar de manera eficiente los recursos compartidos.

Esta investigación siguió varios pasos: primero se validó el diagnóstico de la situación del departamento de Investigación y Desarrollo definida en el 2.005 en el trabajo especial de grado de la autora, con respecto a sus mecanismos de planificación y control; segundo se analizaron los procesos de la teoría de las restricciones y la cadena crítica, se adaptó la forma de aplicarlo en el departamento de Investigación y Desarrollo (tropicalización); en una tercera etapa se tomó el laboratorio como área piloto y para finalizar se analizaron los resultados de la implantación con el objetivo de recomendar la aplicación en otras unidades.

El enfoque y los puntos críticos a supervisar a lo largo de toda esta investigación se presentan en las siguientes páginas.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el documento titulado Investigación científica y aplicada en Gerencia escrito por Yaber y Valarino (2.007), el Artículo 25 de la normativa para los estudios de postgrado en la República Bolivariana de Venezuela (2.001) el trabajo de grado “será un estudio que demuestre la capacidad crítica, analítica y constructiva en un contexto, sistemático y el dominio teórico y metodológico de los diseños de investigación propios del área del conocimiento respectiva

También se establece que para los trabajos de grado de maestría debe efectuarse una investigación científica. Según Yaber y Valarino (2.007) la *investigación científica* genera, extiende y replica el conocimiento o mejora el método de abordar un fenómeno. En este trabajo se replica el conocimiento descrito en las herramientas Cadena crítica y teoría de las restricciones la cual ha sido aplicada generalmente en países industrializados en un ambiente de trabajo de un país en vías de desarrollo, con la finalidad de comprender la gestión de múltiples proyectos y las limitaciones a la gestión efectiva del tiempo.

Esta investigación se enmarca como tipo cuasi-experimental debido a las limitaciones para el diseño del experimento.

Ahora bien de acuerdo con Duane Davis (2.001) el proceso de la investigación en la administración se representa a través de la intercepción del mundo de decisiones problemáticas del gerente con el mundo analítico del investigador a través de la comunicación entre ambas personas.

La disciplina de administración se encuentra enmarcada dentro la nomenclatura internacional para la ciencia y tecnología, dentro del campo del conocimiento de las ciencias económicas.

Parte de esta investigación según Ballestrini (2.002) puede definirse ya que mide y compara los efectos de un plan, contribuyendo a la toma de decisiones en el futuro.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Basado en que la naturaleza de esta investigación es científica y evaluativa, en la cual se realizó un diseño de campo. Según Ballestrini (2002) los diseños de campo se caracterizan porque están circunscritos a un área y la data se recolecta del medio natural. Velazco (2005) describe la investigación de campo como el análisis sistemático descriptivo, causas, efectos, naturaleza y factores constituyentes de los problemas o predecir su ocurrencia. Basado en los conceptos anteriores esta investigación se encuentra en esta clasificación, por ejemplo: la data se tomó del campo (Departamento de I&D), luego se realizaron algunos cambios (previamente definidos) y se verificaron los efectos sobre el medio.

Para conseguir estos objetivos el diseño se dividió en cuatro fases, fundamentadas en los objetivos:

1. Diagnóstico de la situación del Departamento de Investigación y Desarrollo.
2. Diseño de la implantación de la herramienta en el diseño de la prueba piloto
3. Implantación en el área piloto: Laboratorio
4. Análisis de los resultados

3.4. POBLACIÓN

Se considera población según Gabaldón (1969) a un conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos que presentan características comunes. En este caso el universo bajo estudio son los proyectos que se han ejecutado en la organización durante los veinte años de funcionamiento; mientras la población de esta investigación fueron los proyectos que se ejecutaron en el último trimestre del año 2006.

Para fines experimentales se tomó una muestra por conveniencia, catalogada como no probabilística, es decir, los criterios para la selección los propone el investigador. Esta muestra debía ser representativa tanto del universo como de la población bajo estudio,

en el desarrollo del proyecto se explicarán los criterios de selección y validación de la muestra.

3.5. TÉCNICAS

Durante esta investigación se utilizaron una serie de técnicas e instrumentos para recolectar la información de manera adecuada. Las técnicas que se utilizaron en esta investigación están divididas en:

- Técnicas Documentales.
- Técnicas de relaciones vivas o de relaciones individuales y de grupo
- Técnicas de planificación y control.

3.5.1. TÉCNICAS DOCUMENTALES

Estas técnicas permiten documentar de manera precisa y adecuada cada documento revisado durante el desarrollo de la investigación

- **Análisis Documental:** Basado en la revisión bibliográfica con el objeto de comprender teorías y facilitar la redacción del documento escrito. Entre estas técnicas específicamente tenemos: El resumen analítico, análisis de contenido, observación documental y el análisis crítico.
- **Técnicas Operacionales:** Estas técnicas permiten el manejo operacional de las fuentes documentales: Fichaje, bibliográficas. Ampliación del texto, presentación de cuadros, gráficos e ilustraciones.

3.5.2. TÉCNICAS VIVAS O DE RELACIONES INDIVIDUALES Y DE GRUPO

Según Ballestrini (2002) define estas técnicas como las que se dedican a la observación de la realidad y exigen respuestas a los sujetos de estudios, a

continuación se definen las técnicas específicas que se utilizaron en el desarrollo de esta investigación:

- **La Observación:** En este caso la observación fue directa y el observador es participante, con el objeto de determinar características específicas del campo investigado.
- **Juicio de expertos:** El juicio de experto es una herramienta que permite evaluar de manera cualitativa la opinión de personas expertas sobre un tópico en particular.
- **Juicio gerencial:** El juicio gerencial es una variante del juicio de expertos en la cual el panel está compuesto por personas que integran el cuadro gerencial o tienen conocimientos del área, los cuales evalúan de manera cuantitativa el tópico y en función de esto se toman las decisiones.
- **Tormenta de ideas:** La tormenta de ideas o brainstorming es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado
- **Diagrama causa-efecto:** Es una técnica gráfica que ilustra la relación jerárquica entre las causas de un acontecimiento y un problema. Es también conocida como diagrama Ishikawa o espina de pescado creada por el experto en control de calidad Kouro Ishikawa en 1943.
- **Escala de Lickert:** Es un instrumento de medición o recolección de datos que consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos.

Las últimas tres técnicas o instrumentos se aplicaron en las diferentes reuniones con el panel de expertos seleccionado por el investigador. Como criterios para la

selección de los participantes se estableció que estas personas debían tener un mínimo de tres años de antigüedad y pertenecer a los diferentes niveles de la organización. La cantidad de personas que integro este panel fue de siete (7), lo que representa un 25% del promedio de individuos que integran el departamento, constituyéndose por: dos miembros del equipo gerencial, tres clientes del área (gerencia media), el coordinador del área (gerencia media) y un subalterno (supervisor).

3.5.3. TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL

En este caso se utilizarón herramientas como la cadena crítica y la teoría de las restricciones en la gerencia de proyectos:

- **Cadena crítica en gerencia de proyectos:** Herramienta que permite la planificación de proyectos, explicada de manera explícita en el marco teórico.
- **Curvas “S”:** Permite visualizar el avance del proyecto, dependiendo de la vista puede mostrar el tiempo invertido con respecto al porcentaje de avance en los objetivos
- **Diagrama de Gantt:** Es una herramienta gráfica que permite visualizar las actividades del proyecto, duraciones y prelaciones, entre otros.

3.6. CUADRO RESUMEN DE LA METODOLOGÍA: OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

A continuación se presenta un cuadro resumen de la metodología que se siguió en este proyecto de investigación:

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES					
Objetivo	Variable	Dimensión	Indicador	Técnica y/o herramientas	Resultado Esperado
1. Actualizar el diagnóstico de la situación para el último semestre del año 2.006 del departamento de Investigación y Desarrollo, con respecto a sus mecanismos de planificación y control, revisando el análisis de la situación del 2.005 elaborado por la tesis de especialista.	Procesos de Planificación y control	Esta variable se define como la capacidad de organizar las actividades desde el punto de vista del ejecutor.	Posición del departamento en las diferentes evaluaciones realizada por el panel de expertos	Observación directa Tormenta de ideas Espina de pescado Escala de Lickert Juicio Gerencial Juicio de expertos	Diagnóstico de la situación actual.
2. Analizar los mecanismos para la aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento de Investigación y Desarrollo.	Planificación	Define los cambios necesarios en el modelo tradicional de planificar, para adaptarlos a las herramientas	Revisión teórica del método de planificación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones	Análisis de contenido Resumen analítico Análisis Crítico Fichas bibliográficas, impresas y electrónicas	Procedimiento para la aplicación de la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones
3. Implantar la metodología en el área piloto del Laboratorio, lugar donde el autor cuenta con la observación directa pertinente por ser el supervisor de la misma.	Planificación y control	Determinar el cumplimiento de las actividades de acuerdo a la planificación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones.	Performance buffer index (PBI)	CCPM y TOC Valor ganado Curvas "S" Diagrama de Gantt	Seguimiento a la prueba piloto, mediante la curva "s"
4. Evaluar la factibilidad de la aplicación de esta metodología en el departamento de Investigación y Desarrollo para el manejo de los recursos.	Planificación	Esta variable define si es factible aplicar la metodología de planificación de la CCPM & TOC en el departamento de I&D.	% de reducción del tiempo de ejecución con respecto a la planificación inicial, en la prueba piloto	Juicio Gerencial Juicio de expertos	Resultado de la evaluación de la herramienta: aplicarla o descartarla

Tabla Nro 3.1. Cuadro resumen de la metodología de investigación (Ramírez, 2008)

Xzx CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ACTUALIZAR EL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PARA EL ÚLTIMO SEMESTRE DEL AÑO 2.006 DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, CON RESPECTO A LOS MECANISMOS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL, REVISANDO EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL 2.005 ELABORADO EN EL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA ELABORADO POR LA AUTORA.

Para la actualización del diagnóstico de la situación en el último semestre del año 2.006 en el departamento de investigación y desarrollo con respecto a los mecanismos de planificación y control, se realizaron una serie de reuniones, divididas en dos etapas con un panel de expertos, las cuales se especifican a continuación:

En la primera etapa se realizaron dos tormenta de ideas, una para determinar el estado de los procesos de gerencia de proyecto relacionándolos con los definidos por el PMI, y la otra para diagnosticar cuan factible es la aplicación de la metodología de la planificación y control CCPM & TOC. Estos análisis se hicieron siguiendo la metodología para la tormenta de ideas: inicialmente se tomaron todas las ideas sin ningún tipo de juicio de calidad y originalidad conocido como *ideas's kill*, luego estas son clasificadas, seleccionadas y cuantificadas utilizando la escala de Lickert.

En la segunda etapa se generó un diagrama de espina de pescado que resume las debilidades del departamento para este último semestre del 2.006. En la aplicación de esta técnica se siguieron los pasos clásicos: identificación del problema, el cual

se vuelve la cabeza de pescado; identificación de las principales categorías dentro de las cuales pueden clasificarse las causas del problema, ubicándose estas independientemente en las espinas principales del pescado; luego se realiza la identificación de las causas de estas y se ubican en nuevas espinas, conocidas como las espinas menores; finalizando con el análisis y discusión del diagrama generado.

A continuación los resultados de la aplicación de las técnicas.

4.1.1 SITUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE I&D EN EL 2.006

El panel de expertos que participó en las reuniones estuvo constituido por siete (7) personas, como requisitos para participar debían: tener más de tres años en la compañía y con relación directa con el área, ya sea como clientes o integrantes del área.

Como se mencionó anteriormente la primera parte se enfocó a la gerencia de proyectos, en áreas como: alcance, comunicación, tiempo y recursos, centrándose específicamente en las etapas de planificación y control.

Los diferentes tópicos que surgieron fueron clasificados utilizando la escala de Lickert, en este caso se clasificaron del 1 al 3 por orden de importancia, siendo el uno el de mayor importancia: A continuación se presenta un cuadro que resume los puntos de mayor relevancia según la evaluación del panel de expertos, con la moda de las diferentes clasificaciones, se trabajó por la cantidad de expertos que clasificaron en la posición uno, dos o tres los diferentes ítems.

Valor	Tópico	Área del PMI	Puntos
1	Mecanismos de gestión, específicamente en la planificación la ausencia de indicadores.	Tiempo	6/7
	En la estrategia de la organización las principales debilidades se orientan a los procesos y al hecho de que estos no están estandarizados.	Integración	6/7
	Los procesos, específicamente el control de cambios, el cual se realiza sin ningún tipo de evaluación.	Alcance	6/7
2	Cada vez hay menos integración para el logro de las metas organizacionales, y mayor individualismo lo que definitivamente genera problemas para trabajar en equipo.	Recursos	5/7
	La escasa definición de la estructura organizacional y sus interfaces, trae consigo conflictos y vacíos en cuanto a las responsabilidades.	Integración	4/7
	Los mecanismos de gestión de proyectos son débiles y escasos en el caso de que existan, específicamente en el tiempo que es el único que trata de controlarse	Tiempo	4/7
3	El personal cada vez esta más insatisfecho, por una serie de factores como: la inadecuada comunicación de las metas, el poco <i>empowerment</i> , la falta de incentivos salariales, y la ausencia de planes de formación.	Comunicación	2/7
	Los problemas de comunicación evidenciados en el trabajo diario.	Comunicación	1/7

**Tabla Nro 4.1. Resumen general de la evaluación de las áreas de Gerencia de proyectos
(Ramírez, 2006)**

En la siguiente figura se observa el resultado de la selección y la clasificación de la tormenta de ideas:

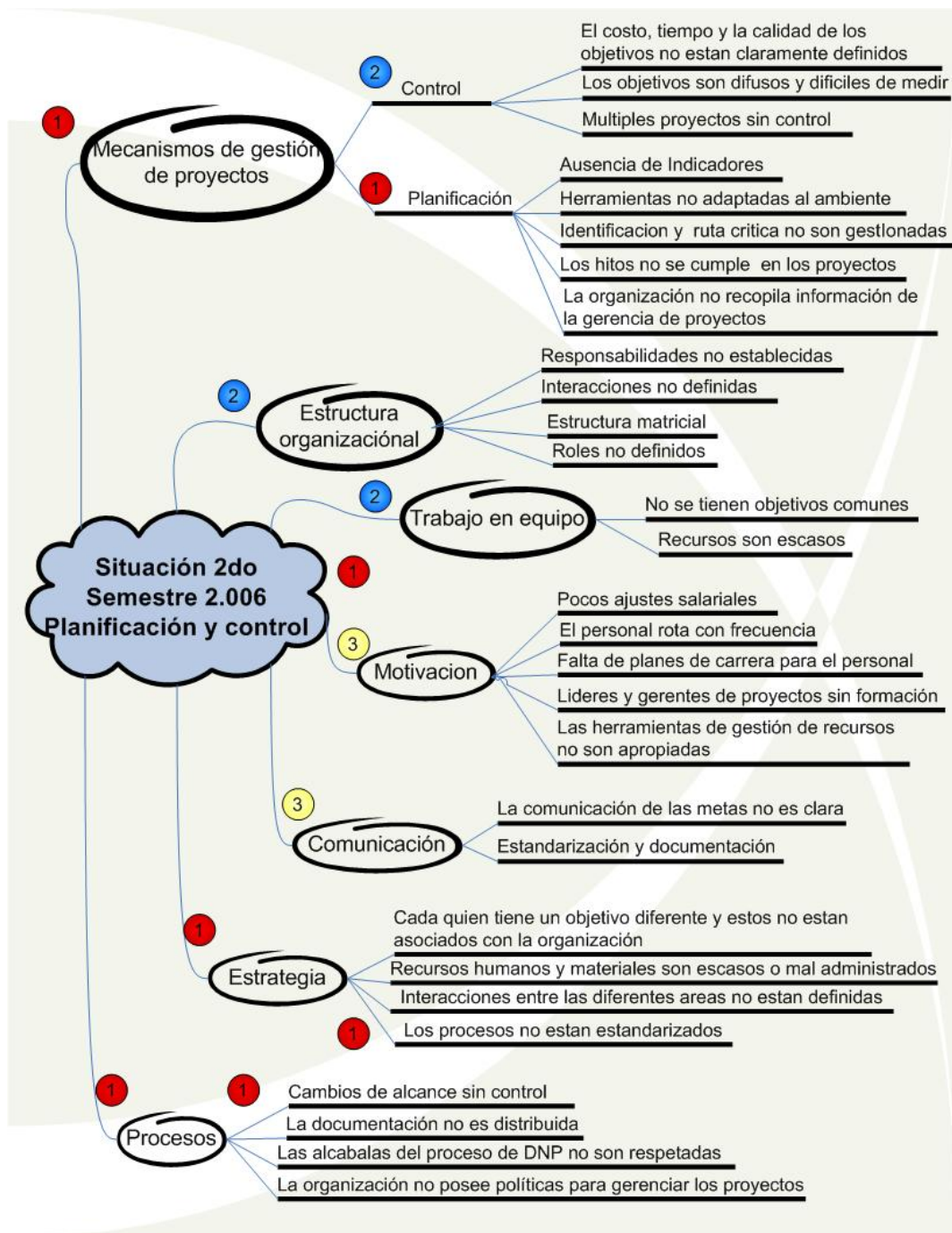


Figura Nro.4.1. Clasificación y selección de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D (Ramírez, 2006)

La data recolectada anteriormente con la escala de Lickert se continuó analizando y se establecieron relaciones porcentuales, para las cuales se realizó la sumatoria por experto de los puntos relacionados con cada área definida. En este caso lo importante era la opinión del conjunto de personas y para esto se trabajó con el promedio y se analizo el porcentaje con respecto al máximo que se podía obtener.

Los resultados del análisis comenzaron por la evaluación del estatus de los procesos de la gerencia de proyectos considerados con prioridad uno: planificación, indicadores, estrategia, alcance y los procesos, en promedio todos estos puntos se encuentran cerca al 40%, con excepción de los procesos que están por debajo, específicamente en 34%.

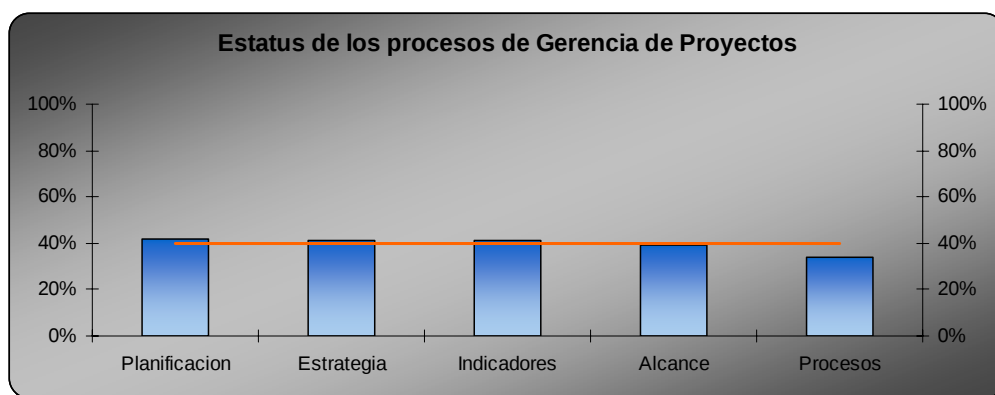


Figura Nro.4.2. Estatus de la Gerencia de proyectos (Ramírez, 2006)

Luego en base a la tormenta de ideas se revisaron algunas de las áreas de la Gerencia de proyectos asociadas con las debilidades de prioridad uno o considerada como mas críticas específicas. Estas áreas según la apreciación de los expertos están por debajo del 50%, lo que desde un punto de vista optimista se podría ver como muchas oportunidades de mejora. El área que luce mas crítica es el tiempo, seguido por la gestión de recursos, es importante recordar que se hacía énfasis en las etapas de planificación y control.

Áreas de la gerencia de proyectos	Porcentaje
Tiempo	34%
Recursos	37%
Comunicación	47%
Alcance	45%

Tabla Nro 4.2. Evaluación de las áreas de Gerencia de proyectos seleccionadas (Ramírez, 2006)

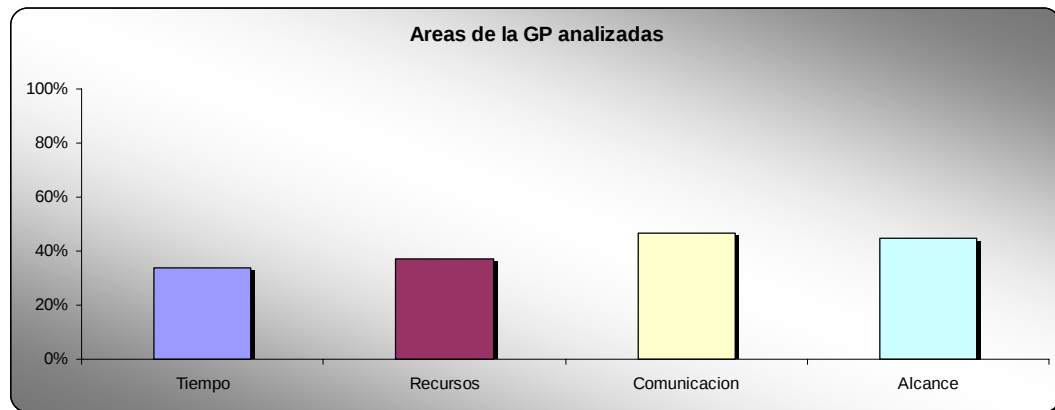


Figura Nro.4.3. Gráfico de la evaluación de las áreas de Gerencias de proyectos seleccionadas (Ramírez, 2006)

La segunda tormenta de ideas estuvo orientada a la cadena crítica, evaluando qué tan exitosa podría llegar a ser una implantación de la misma en el departamento en estudio. En esta surgieron tópicos como: la presencia de los síntomas clásicos que se tratan de eliminar con la cadena crítica y la teoría de las restricciones, tales como: la ley de Parkinson o el efecto del estudiante; los cambios necesarios en la planificación y el seguimiento para adaptarlo a la metodología y las posibles mejoras que la implantación de la cadena crítica traería, especialmente en la gestión de los recursos compartidos.

A continuación se presenta de forma gráfica los resultados de la tormenta de ideas:

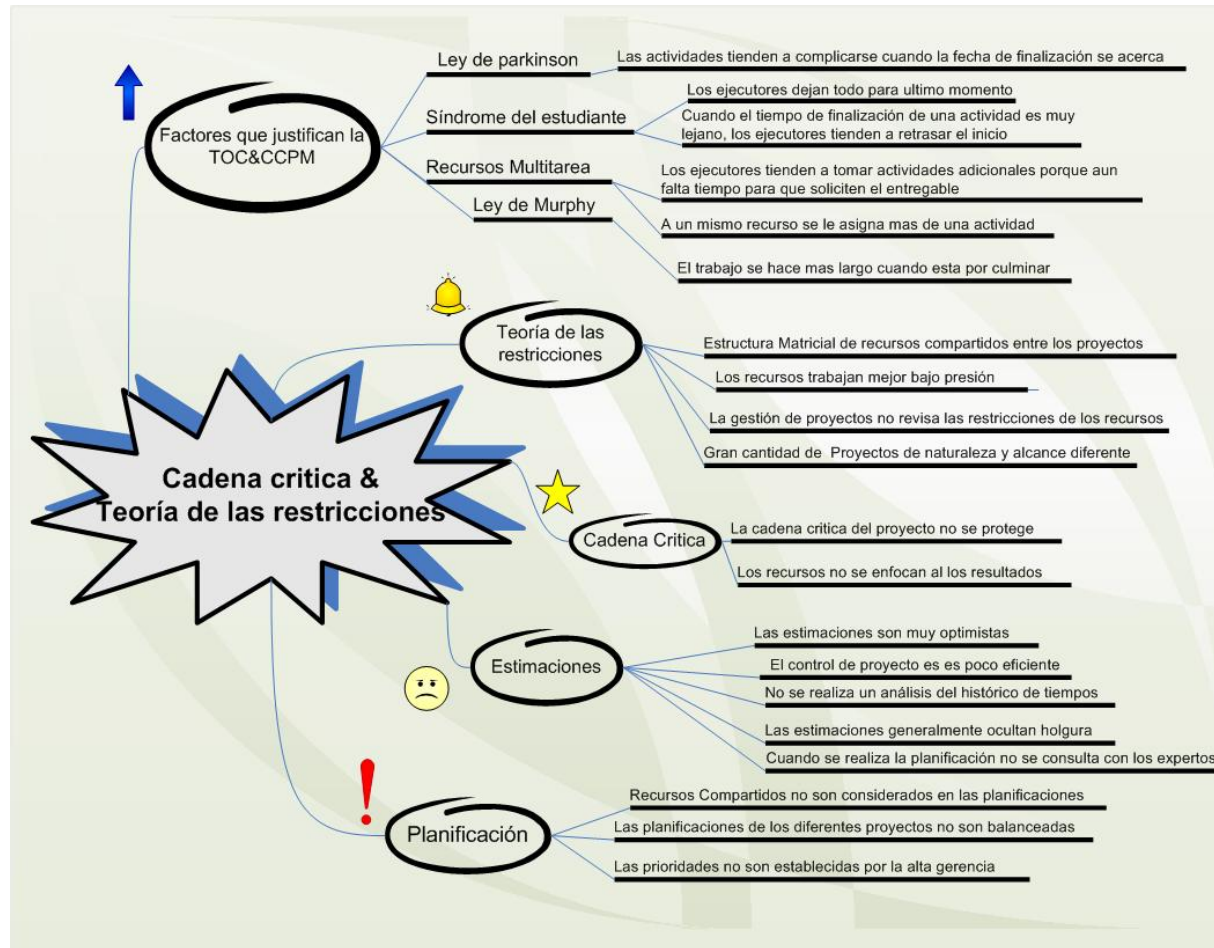


Figura Nro.4.4. Clasificación y selección de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC (Ramírez, 2006)

El proceso de clasificación en este caso fue ligeramente diferente, en este caso se observan algunos signos, por ejemplo: la flecha hacia arriba representa que estos síntomas están presentes en el departamento, la cara triste representa una de las principales limitaciones a la hora de implantar la metodología; la campana representa los puntos importantes, en este caso las restricciones que se deben manejar durante la implantación.

Al igual que en la tormenta de ideas anterior se procedió a cuantificar de los resultados. Se estableció que los valores cercanos a 1, determinan que es factible aplicar la metodología, mientras los cercanos valores a 5, definen que habrá problemas para la aplicación de la metodología.

El resultado promedio fue del 61%, éste indica que es factible implantar la metodología de la cadena crítica, pero tendrá complicaciones en su proceso de implantación. Por ejemplo el individuo que fue el mínimo (43%) podría ser un obstáculo durante el proceso de implantación, así que en el plan de implantación se deberá tener esto en cuenta.

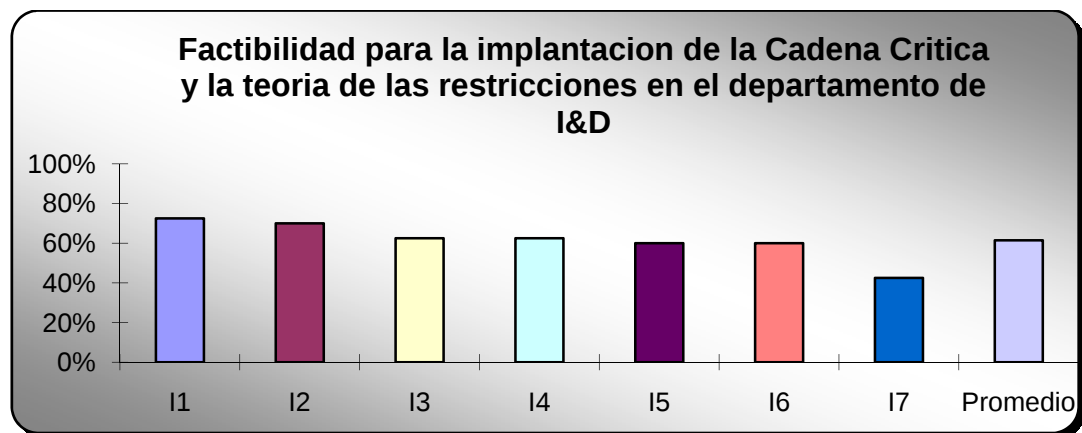


Figura Nro.4.5. Resultados de la evaluación, donde el promedio es 61% (Ramírez, 2006)

Antes de realizar el análisis de causa raíz se clasificaron algunos puntos para establecer según el panel las debilidades más críticas del departamento. Como se observa en el siguiente gráfico la mayoría de los expertos está de acuerdo en

clasificar la gerencia de proyectos como el principal problema del departamento, la estructura organizacional y su solidez son las siguientes en la escala, como tercer punto y no menos importantes resalta la gestión del Recurso Humano, quedando en último lugar el trabajo en equipo.

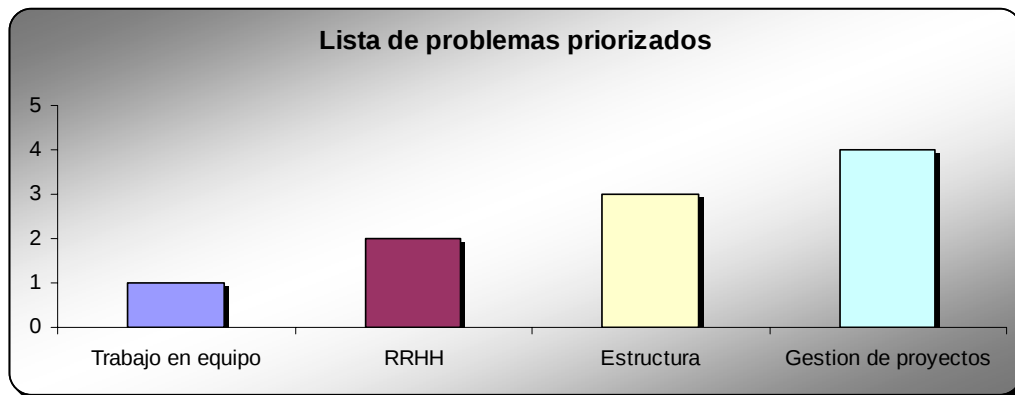


Figura Nro.4.6. Problemas priorizados según el panel de expertos (Ramírez, 2006)

Luego se cuantificó cual punto debería resolverse primero, y de manera interesante los expertos invierten el resultado anterior; siendo según su juicio el recurso humano para ellos el primer problema a resolver, luego le sigue la definición de la estructura organizacional; en tercer lugar aparece la Gerencia de proyectos y por último el trabajo en equipo.

En este caso la gestión de proyectos, estructura y el recurso humano cambian de prioridad. El trabajo en equipo está en ambos en último lugar, esto está relacionado probablemente con el hecho que durante el año pasado se han realizado inversiones de tiempo y dinero en este punto.

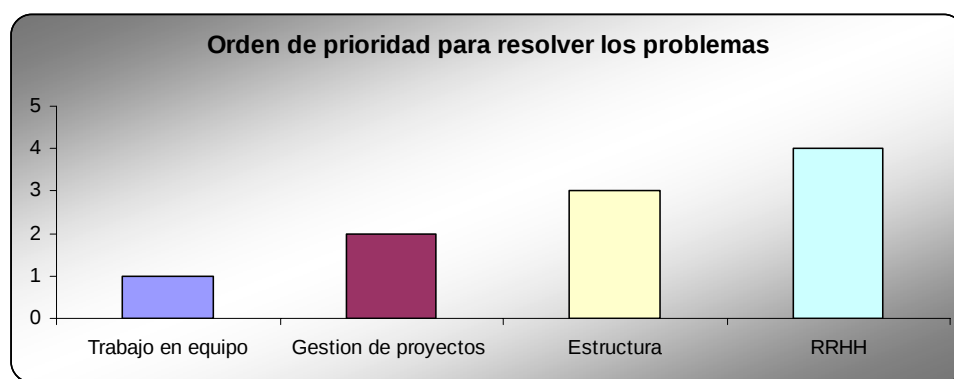


Figura Nro.4.7. Orden para resolver los problemas priorizados (Ramírez, 2006)

4.1.2 ESTATUS DEL DEPARTAMENTO DE I&D CON RESPECTO A LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS (ESPINA DE PESCADO)

Como resultado de la segunda tormenta de ideas el estatus de la Gerencia de proyectos en el departamento de Investigación y Desarrollo, es especialmente crítico en cuatro áreas: Alcance, comunicación, tiempo y recursos, en las etapas de planificación y control. El departamento de I&D está en una búsqueda constante por mejorar y estandarizar la gestión de proyectos, la urgencia de esto se evidencia en:

- Una limitada capacidad para gestionar los proyectos de manera efectiva.
- Cambios frecuentes de prioridad entre proyectos.
- Constantemente se sobrepasan los costos y los tiempos.
- Los resultados de los proyectos no están de acuerdo con las expectativas del cliente.
- La cantidad de proyectos es cada vez es mayor, se incrementa su complejidad.

- Al existir recursos compartidos los proyectos se vuelven interdependientes.
- Visualización poco acertada de los riesgos.
- Necesidad de evaluación de resultados en función de las estrategias de la organización.
- Especialización de los recursos como consecuencia de la complejidad de los proyectos.
- Los recursos que agregan más valor en el diseño de productos, invierten mucho tiempo realizando labores administrativas.
- Al incrementar el tamaño de la organización hace imperante establecer reglas para la comunicación, basadas en interfaces efectivas.
- La sensación de que los proyectos están siendo ejecutados de manera errónea.
- Pocos casos de gestión exitosa de proyectos.
- Equipos de proyecto que no toman en cuenta las lecciones aprendidas.

Dado este bosquejo de la situación y con base en el estudio realizado por Heerkens, se categorizan las principales debilidades de la organización como las siguientes:

1. Ausencia de una metodología estandarizada de proyectos
2. Deficiente definición de cargos y de las expectativas de desempeño
3. Falta de un plan de formación para el desarrollo de habilidades
4. Pocos acertados indicadores de desempeño del proyecto
5. Problemas de la cultura organizacional.

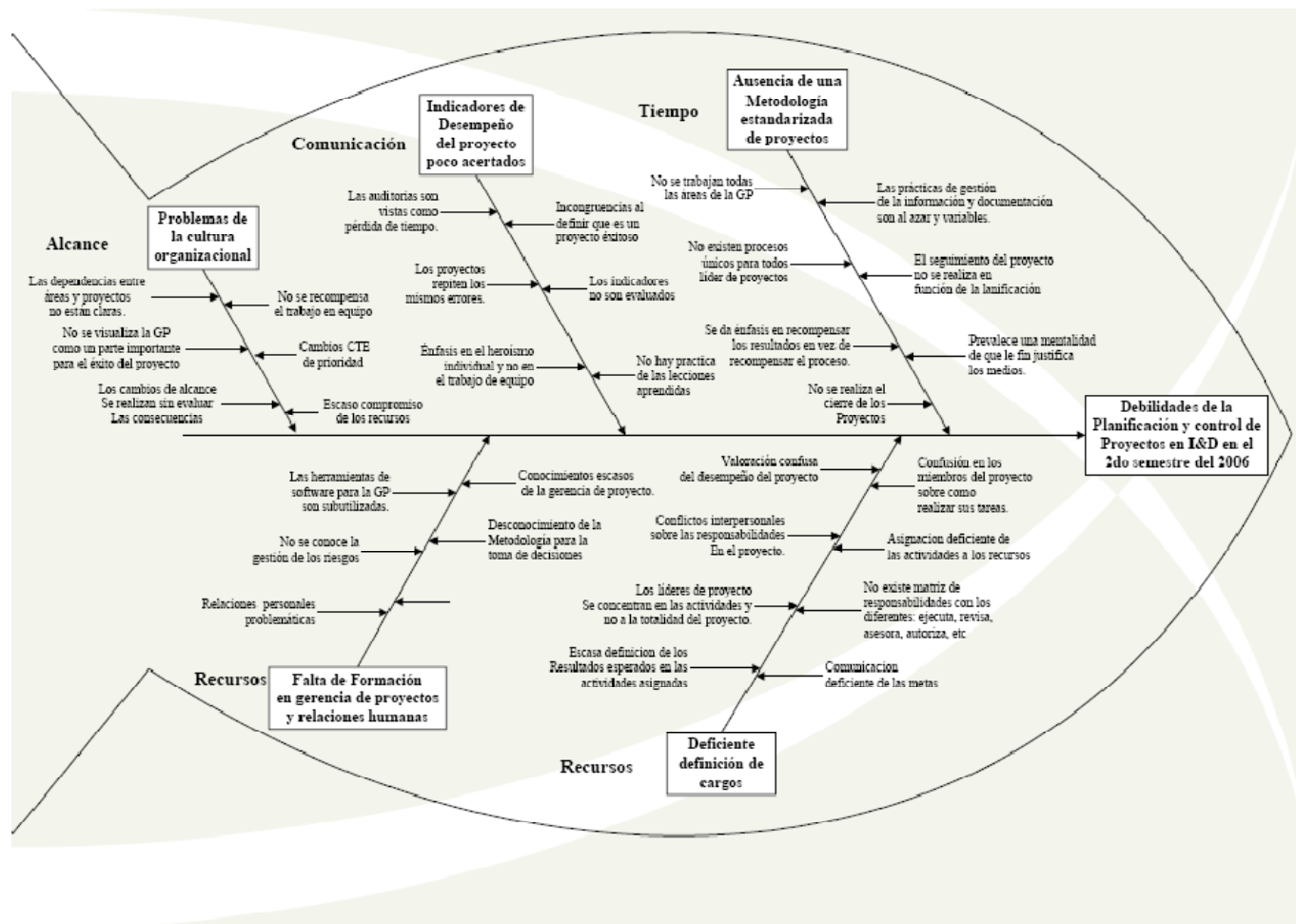


Figura Nro.4.8. Espina de pescado de la situación en el 2006 del departamento de Investigación y desarrollo (Ramírez, 2006).

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ANALIZAR LOS MECANISMOS PARA LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

Para el análisis de los mecanismos para la aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones se realizó primero una investigación del tema, para adaptarlo luego de manera simple a las necesidades del departamento.

4.2.1 FUNDAMENTOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES.

La implantación exitosa de un cambio en la metodología de planificación de cualquier organización implica tanto el conocimiento técnico como cambios en el esquema de pensamiento de las personas involucradas. Para esta implantación es necesario establecer el sentido de urgencia del cambio y comprometer a todos los *stakeholders* con el objetivo.

La implantación del modelo se basó en el modelo establecido por Larry Leach, el cual tiene los siguientes pasos:

Respaldo de la organización: El compromiso de todos los niveles de la organización es imprescindible para la implantación de este cambio. El compromiso se observa en comportamientos como: colocar y respetar las prioridades de las actividades, eliminando el comportamiento errático en el que no se establecen o son cambiadas frecuentemente; elaboración de planificaciones en base a las restricciones previstas (tiempo-recursos-costos) y se gestiona en función de estas; los recursos de los proyectos se comprometen con los objetivos del mismo, especialmente los que tienen que ver con el cumplimiento de las actividades; los proveedores entregan dentro de las fechas establecidas; los clientes minimizar los cambios de alcance, mediante la formalización de los requerimientos.

Plan de trabajo del proyecto: Comenzar con el fin en mente es una frase que define de manera clara la mejor manera de finalizar exitosamente cualquier proyecto, y es especialmente válido en esta investigación. En el caso de la cadena crítica y la teoría de las restricciones se debe realizar un cuidadoso plan de trabajo que incluya: el alcance del proyecto con especificaciones detalladas, la estructura detallada de trabajo (EDT) orientada al alcance del proyecto; la matriz de responsabilidades asociada con EDT (incluyendo los paquetes de trabajo mas pequeños), cadena crítica del proyecto asociada con los recursos, el presupuesto del proyecto, definición del equipo de proyecto y sus procedimientos para operación; y las características que determinarán que el proyecto finalizó.

Herramientas y procedimientos: En esta metodología es importante seguir cuidadosamente los procedimientos y utilizar las herramientas disponibles (software ya sean los tradicionales o específicos para la metodología); también es importante utilizar herramientas orientadas, como por ejemplo: la prevención y mitigación de riesgos o los planes de comunicación. La necesidad de herramientas cada vez más especializadas estará asociada al tamaño del proyecto o a la cantidad de los mismos.

Planes de la cadena crítica: La gestión de la implantación de la cadena crítica debe realizarse de forma ágil y oportuna, basándose en el trabajo en equipo y la comunicación. Estos planes deben tener tres fases:

- Fase 1: Formación y compromiso de los líderes
- Fase 2: Planes individuales de proyecto basados en la cadena crítica
- Fase 3: Cronograma del proyecto y de los recursos críticos.

Cambio cultural: La teoría del cambio organizacional está basada en la típica resistencia que los individuos demuestran a los mismos, lo que implica una

serie de acciones para minimizar estos efectos. Para lograr esto Goldratt propone un método de seis capas:

1. Aislar del problema.
 2. Tendencia a no estar de acuerdo con la dirección que podría tomar la solución.
 3. Descontento con la solución actual.
 4. La primera capa de obstáculos está relacionada con las posibles consecuencias no evaluadas.
 5. La otra capa está relacionada con los inconvenientes que la metodología podría presentar para adaptarse de manera adecuada a la situación.
 6. En la última capa se bloquean los paradigmas generados por miedos.
- (Leach, 2005)

4.2.2 PROCEDIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA EN UN PROYECTO

A continuación se presenta el procedimiento para la aplicación de la cadena crítica en un proyecto:

- 1 Identificar la cadena crítica:
 - 1.1 Realice un *lay-out* de la red de actividades con *late finish*. Las tareas deben identificar los requerimientos principales de tiempo (50/50) y los requerimientos principales de recursos. En las tareas con múltiples recursos, identifique el recurso que puede convertirse en la restricción, en el caso de que existan muchas restricciones de recursos hay que detallar las actividades para cada recurso
 - 1.2 En el caso de que no existan restricciones salte al paso 1.6

- 1.3 Identifique la restricción que resolverá primero. Esta debería ser la que esté más cercana a completar el proyecto o la que se muestra más conflictiva. Si muchas muestran el mismo potencial de conflicto, seleccione comenzar con la última y de ahí hasta el comienzo del cronograma.
- 1.4 Elimine las restricciones de recursos, colocando las actividades antes en el tiempo. En este momento no hay que preocuparse por los nuevos conflictos que se crean.
- 1.5 Regrese al final del cronograma y siga con el paso 1.4 para eliminar las restricciones del próximo recurso. Cuando se resuelven las restricciones de los recursos se podrá avanzar al siguiente paso.
- 1.6 Identifique la cadena crítica, como la larga cadena de eventos dependientes.
- 2 Detalle la cadena crítica
 - 2.1 Revise el plan para determinar si puede cambiar la secuencia, acortar la duración del proyecto. Si se puede, debe hacerse. No deben tratarse soluciones
 - 2.2 Agregue el *buffer* del proyecto al final de la cadena crítica
- 3 Restrinja todas las tareas, conexiones y recursos a la cadena crítica
 - 3.1 Proteja la cadena crítica, agregando buffer para toda la cadena y en los caminos que alimentan la misma. El tamaño de este buffer debe estar relacionado con el más largo camino que alimente la cadena.
 - 3.2 Resuelva cualquier restricción creada al agregar los *buffer* dentro de las secuencias que se adelantaron en el tiempo.
 - 3.3 Mueva para un comienzo más temprano cualquier actividad que preceda a estos movimientos.
- 4 Acorte el tiempo de entrega del proyecto, agregando recursos

como sistema para romper.

- 5 Regrese al paso 1 hasta que sea suficientemente buena “*Good enough*”, sin permitir que la inercia se vuelva una restricción.

4.2.3 APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA EN UN PROYECTO

A continuación se presenta la aplicación del procedimiento anteriormente descrito en un proyecto denominado: “*Ejecución de las pruebas de preserie de un proyecto electrónico de la línea doméstica*”

4.2.3.1 PASO 1: IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA

En esta parte se definirá el proyecto teniendo en cuenta para cada actividad tres puntos:

- Las fecha mas tarde en la que pueden terminar las actividades
- Los recursos que se utilizarán
- Las duraciones de las actividades deben expresarse en el tiempo con el 50% de probabilidad de ocurrir

En esta planificación se observa que los recursos analista de verificación 1 y el analista de verificación 2 pudieran convertirse en críticos.

ACT	DESCRIPCION	DURACION	LATE FINISH	RECURSO	DEPENDENCIA
A1	Elaboración de de protocolos de pruebas	5d	08/09/06	Coordinador	
A2	Revisión de los criterios de aceptación	3d	12/09/06	Líder	A1
A3	Definición del plan de pruebas	2d	13/09/06	Coordinador	A2
A4	Ensamblaje de muestras	5d	13/09/06	Ensamblador	
A5	Pruebas Funcionales	3d	18/09/06	AV1;AV2	A3;A4
A6	Pruebas climáticas	10d	05/10/06	AV1	A5
A7	Análisis de resultados de las pruebas climáticas	2d	09/10/06	AV1	A6
A8	Pruebas de seguridad	5d	06/10/06	AV1	A5
A9	Análisis de resultados de las pruebas de seguridad	1d	09/10/06	AV1	A8
A10	Pruebas EMC	10d	02/10/06	AV2	A5
A11	Análisis de resultados de las pruebas EMC	5d	09/10/06	AV2	A10
A12	Elaboración del Informe	3d	12/10/06	AV2	A11;A9;A7
A13	Revisión del informe	1d	13/10/06	Coordinador	A12
A14	Correcciones del informe	1d	16/10/06	AV2	A13
A15	Aprobación del informe	1d	17/10/06	Líder	A14

Tabla Nro 4.3. Planificación del proyecto ejemplo en la parte 1 (Ramírez, 2006).

La revisión de la planificación determinó que la restricción mas crítica es el uso del recurso Analista de verificación 1, el cual se necesita para las diferentes actividades en el mismo lapso de tiempo. En este caso la restricción debe eliminarse adelantando el inicio de las actividades. En este caso se incrementa la duración del proyecto en tres días, entonces para mantener la fecha de finalización (17-10-06), el proyecto debe comenzar el 30-08-06.

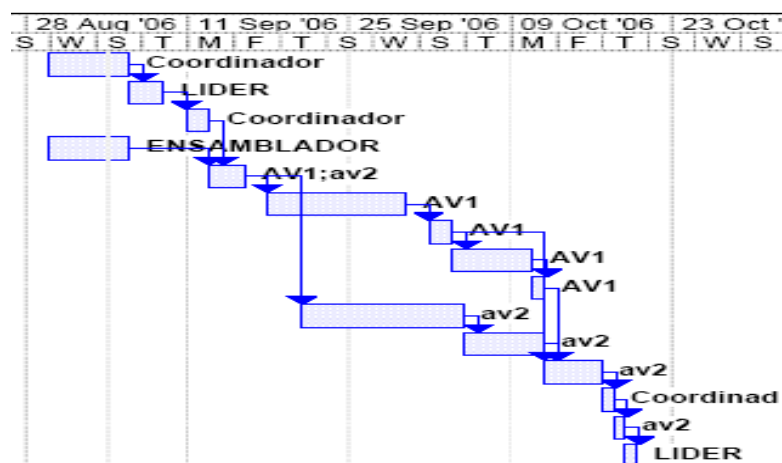


Figura Nro.4.9. Diagrama de Gantt referencial del proyecto en la parte 1(Ramírez, 2006).

ACT	DESCRIPCION	DURACION	LATE FINISH	RECURSO	DEPENDENCIA
A1	Elaboración de protocolos de pruebas	5d	05/09/06	Coordinador	
A2	Revisión de los criterios de aceptación	3d	07/09/06	Líder	A1
A3	Definición del plan de pruebas	2d	08/09/06	Coordinador	A2
A4	Ensamblaje de muestras	5d	08/09/06	Ensamblador	
A5	Pruebas Funcionales	3d	13/09/06	AV1;AV2	A3;A4
A6	Pruebas climáticas	10d	27/09/06	AV1	A5
A7	Análisis de resultados de las pruebas climáticas	2d	29/09/06	AV1	A6
A8	Pruebas de seguridad	5d	06/10/06	AV1	A5, A7
A9	Análisis de resultados de las pruebas de seguridad	1d	09/10/06	AV1	A8
A10	Pruebas EMC	10d	02/10/06	AV2	A5
A11	Análisis de resultados de las pruebas EMC	5d	09/10/06	AV2	A10
A12	Elaboración del Informe	3d	12/10/06	AV2	A11;A9;A7
A13	Revisión del informe	1d	13/10/06	Coordinador	A12
A14	Correcciones del informe	1d	16/10/06	AV2	A13
A15	Aprobación del informe	1d	17/10/06	Líder	A14

Tabla Nro 4.4. Planificación del proyecto ejemplo en la parte 1, con el ajuste del recurso AV1 (Ramírez, 2006).

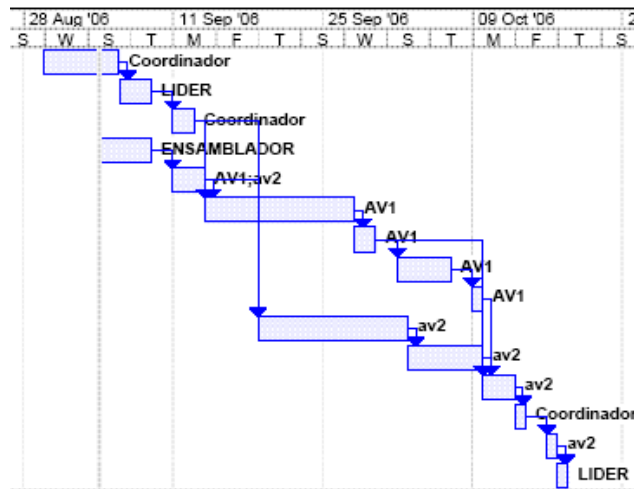


Figura Nro.4.10. Diagrama de Gantt referencial del proyecto en la parte 1, con el ajuste del recurso AV1 (Ramírez, 2006).

En este caso no hay más restricciones de los recursos así que no hay necesidad de regresar al final del cronograma y continuar resolviendo las restricciones. Luego de eliminar las restricciones se debe identificar la cadena crítica, como la larga cadena de eventos dependientes. Es decir que las actividades de la cadena crítica son 1,2,3,5,6,7,8,9,12,13,14 y 15, con una duración de 49 días.

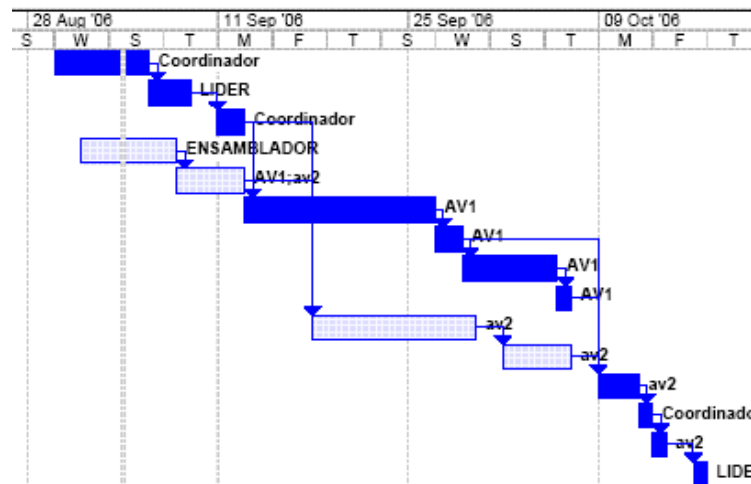


Figura Nro.4.11. Cadena crítica del proyecto ejemplo con la cadena crítica resaltada. (Ramírez, 2006).

4.2.3.2 PASO 2: DETALLE LA CADENA CRÍTICA

En este paso se procede a revisar el plan para determinar si se puede cambiar la secuencia, acortar la duración del proyecto. En este caso la actividad 5 de las pruebas funcionales podría realizarse antes de finalizar las actividades 2 y 3, colocando como restricción para la ejecución de estas las actividades 1 y 4. El efecto de esto disminuiría la duración del proyecto en 3 días.

ACT	DESCRIPCION	DURACION	LATE FINISH	RECURSO	DEPENDENCIA
A1	Elaboración de protocolos de pruebas	5d	05/09/06	Coordinador	
A2	Revisión de los criterios de aceptación	3d	07/09/06	Líder	A1
A3	Definición del plan de pruebas	2d	08/09/06	Coordinador	A2
A4	Ensamblaje de muestras	5d	08/09/06	Ensamblador	
A5	Pruebas Funcionales	3d	13/09/06	AV1;AV2	A3;A4
A6	Pruebas climáticas	10d	27/09/06	AV1	A5
A7	Análisis de resultados de las pruebas climáticas	2d	29/09/06	AV1	A6
A8	Pruebas de seguridad	5d	06/10/06	AV1	A5, A7
A9	Análisis de resultados de las pruebas de seguridad	1d	09/10/06	AV1	A8
A10	Pruebas EMC	10d	02/10/06	AV2	A5
A11	Análisis de resultados de las pruebas EMC	5d	09/10/06	AV2	A10
A12	Elaboración del Informe	3d	12/10/06	AV2	A11;A9;A7
A13	Revisión del informe	1d	13/10/06	Coordinador	A12
A14	Correcciones del informe	1d	16/10/06	AV2	A13
A15	Aprobación del informe	1d	17/10/06	Líder	A14

Tabla Nro 4.5. Planificación del proyecto ejemplo con los ajustes para disminuir la duración (Ramírez, 2006).

PASO 3: HOLGURAS

En esta etapa del proceso se procede a agregar las diferentes holguras o buffer al proyecto:

- **Holgura del proyecto:** La duración de la holgura del proyecto está relacionada con el tamaño de cadena crítica en este caso será un tercio del tiempo (15 días)
- **Holgura de los alimentadores:** En este caso pondremos holguras en los dos alimentadores de la cadena crítica y el tamaño de este buffer debe estar relacionado con el camino más largo que alimenta la cadena.
- **Holgura de los recursos:** La holgura del alimentador 2 a la vez funciona como holgura para el analista de verificación 2.

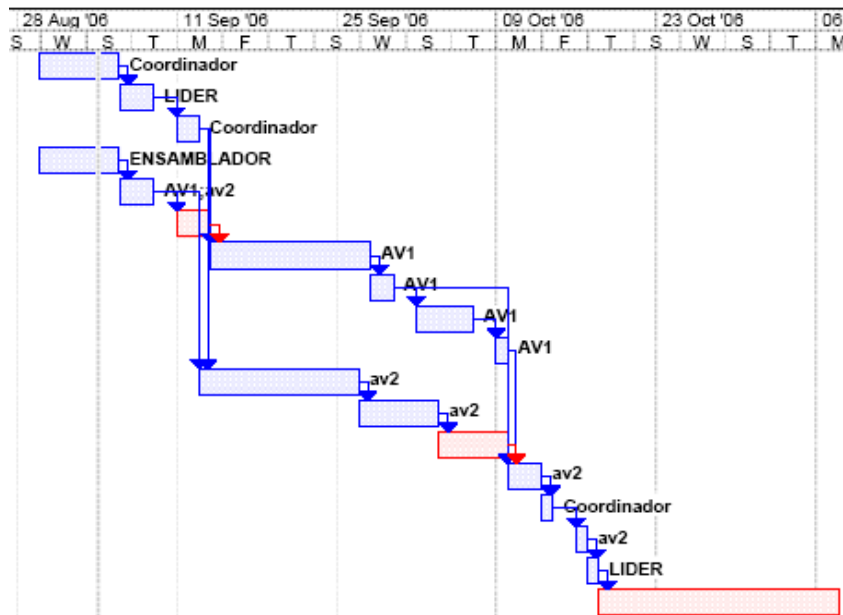


Figura Nro.4.12.Diagrama de Gantt referencial del proyecto ejemplo con las holguras (Ramírez, 2006).

ACT	DESCRIPCION	DURACION	LATE FINISH	RECURSO	DEPENDENCIA
A1	Elaboración de protocolos de pruebas	5d	05/09/06	Coordinador	
A2	Revisión de los criterios de aceptación	2d	07/09/06	Líder	A1
A3	Definición del plan de pruebas	1d	08/09/06	Coordinador	A2
A4	Ensamblaje de muestras	5d	08/09/06	Ensamblador	
A12	Holgura del alimentador 1 de la cadena crítica (adicional este caso sirve como holgura al recurso crítico)	2d			A4
A5	Pruebas Funcionales	3d	13/09/06	AV1;AV2	A3;A5
A6	Pruebas climáticas	10d	27/09/06	AV1	A6
A7	Análisis de resultados de las pruebas climáticas	2d	29/09/06	AV1	A4;A7
A8	Pruebas de seguridad	5d	06/10/06	AV1	A8
A9	Análisis de resultados de las pruebas de seguridad	1d	09/10/06	AV1	A9
A10	Pruebas EMC	10d	02/10/06	AV2	A4;A7
A11	Análisis de resultados de las pruebas EMC	5d	09/10/06	AV2	A11
A12	Holgura del alimentador 2 de la cadena crítica (adicional este caso sirve como holgura al recurso crítico)	4d			A13
A12	Elaboración del Informe	3d	12/10/06	AV2	A10;A12
A13	Revisión del informe	1d	13/10/06	Coordinador	A14
A14	Correcciones del informe	1d	16/10/06	AV2	A15
A15	Aprobación del informe	1d	17/10/06	Líder	A16
A16	Holgura del proyecto (Buffer)	10d			

Tabla Nro 4.6. Planificación del proyecto ejemplo con las holguras agregadas. (Ramírez, 2006).

Después de esto se procedió a resolver los problemas de las holguras.

ACT	DESCRIPCION	DURACION	LATE FINISH	RECURSO	DEPENDENCIA
A1	Elaboración de protocolos de pruebas	5d	22/08/06	Coordinador	
A2	Revisión de los criterios de aceptación	2d	25/08/06	Líder	A1
A3	Definición del plan de pruebas	1d	29/08/06	Coordinador	A2
A4	Ensamblaje de muestras	5d	22/08/06	Ensamblador	
A5	Holgura del alimentador 1 de la cadena crítica-holgura al recurso crítico	2d	25/08/06		A4
A6	Pruebas Funcionales	3d	29/08/06	AV1;AV2	A3;A5
A7	Pruebas climáticas	10d	13/09/06	AV1	A6
A8	Análisis de resultados de las pruebas climáticas	2d	15/09/06	AV1	A4;A7
A9	Pruebas de seguridad	5d	22/09/06	AV1	A8
A10	Análisis de resultados de las pruebas de seguridad	1d	25/09/06	AV1	A9
A11	Pruebas EMC	10d	12/09/06	AV2	A4;A7
A12	Análisis de resultados de las pruebas EMC	5d	19/09/06	AV2	A11
A13	Holgura del alimentador 2 de la cadena crítica (adicional este caso sirve como holgura al recurso crítico)	4d	25/09/06		A13
A14	Elaboración del Informe	3d	28/09/06	AV2	A10;A12
A15	Revisión del informe	1d	29/09/06	Coordinador	A14
A16	Correcciones del informe	1d	02/10/06	AV2	A15
A17	Aprobación del informe	1d	03/10/06	Líder	A16
A18	Holgura del proyecto	10d	17/10/06		

Tabla Nro 4.7. Planificación del proyecto ejemplo después de aplicar la metodología de la cadena crítica (Ramírez, 2006).

Si la duración del proyecto continuara siendo crítica se pudiera agregar un tercer analista de verificación para realizar las 8 y 9, lo que puede disminuir la duración del proyecto en tres días, pero en este caso no se realizará este debido a la escasez de recursos, para otros proyectos. En este momento se puede evaluar si la planificación del proyecto es lo suficientemente buena para comenzar la ejecución del proyecto. Al incluir las holguras del proyecto

el mismo debe comenzar 22/08/06, siendo su fecha estimada de final el 17/10/06.

4.2.4 APLICACIÓN DE LA CADENA CRÍTICA EN TRES PROYECTOS.

A continuación se presenta un ejemplo de la aplicación de la teoría de las restricciones y la cadena crítica en múltiples proyectos. Para éste se tomaron tres proyectos exactamente iguales, los cuales tendrán líderes de proyecto diferentes con sus respectivos equipos de trabajo. La cadena crítica es la principal restricción cuando se trata de un solo proyecto, pero en un sistema de múltiples proyectos el objetivo es identificar las restricciones cuando los proyectos tienen prioridades similares, y compiten por los recursos compartidos, en este caso las áreas de PCB, Mecánica y Laboratorio.

El proceso para la aplicación de la cadena crítica consiste en:

1. Identificar el recurso que es la restricción (*drum schedule*).
 - 1.1. El recurso crítico es aquel que determina la duración mas larga de la cadena crítica en los proyectos, estos recursos generalmente son llamados a hacer sobre tiempo. En el caso de que éste comportamiento se presente con más de un recurso entonces se debe seleccionar basado en la contribución única que el recurso le hace a la organización, o aquel que se necesite con mayor demanda al inicio del proyecto.
2. Explorar la restricción del recurso
 - 2.1. Se prepara el cronograma de la cadena crítica para cada proyecto.
 - 2.2. Se determina la prioridad del proyecto para hacer uso del recurso crítico
 - 2.3. Se define el cronograma del recurso crítico, resolviendo las restricciones con el objeto de terminar la mayor cantidad de proyectos en el menor de los tiempos.
3. Subordine los cronogramas de proyectos individuales
 - 3.1. Se asigna el inicio de cada proyecto basados en el cronograma del recurso crítico

- 3.2. Se realiza la cadena crítica como la cadena desde el principio hasta el final del proyecto
- 3.3. Se procede a insertar las holgura por capacidad (*capacity constraint*) entre los diferentes proyectos, para asegurar la disponibilidad del recurso
- 3.4. Si al insertar las holguras se presentan las restricciones de los recursos resuelva los problemas
- 3.5. Inserte holguras de recurso en cada proyecto para asegurarse que las restricciones de recurso no interfiera con el trabajo
4. Incremente la capacidad del recurso crítico
5. Regrese al primer paso evitando que la inercia se vuelva una restricción

A continuación se presenta la lista de actividades de un proyecto, con sus duraciones, precedencias y recursos.

ID	Task Name	Duration	Predecessor	08			
				W	S	T	M
1	Múltiples proyectos con CCPM&TOC	183 days					
2	Proyecto 1	183 days					
3	Investigación	42 days					
4	Conceptualización	25 days					
5	Definición de los requerimientos	5 days					
6	Boceto del empaque	10 days	5				
7	Elaboración del concepto	15 days	5				
8	Aprobación del proyecto	5 days	6;7				
9	Diseño preliminar	17 days					
10	Levantamiento de las especificaciones	10 days	8				
11	Elaboración de la maqueta	10 days	8				
12	Elaboración del plan de pruebas	5 days	8				
13	Levantamiento del esquemático	10 days	8				
14	Elaboración del PCB	12 days	8				
15	Aprobación del prototipo	5 days	10;11;12;13				
16	Desarrollo	82 days					
17	Desarrollo y Pruebas	55 days					
18	Elaboración del molde para el empaque	40 days	15				
19	Desarrollo del software	25 days	15				
20	Montaje del PCB	5 days	15				
21	Pruebas de funcionales del producto	5 days	18;19;20				

Figura Nro.4.13. Listado de actividades para un proyecto en el ejemplo de CCPM&TOC en múltiples proyectos, parte 1 (Ramírez, 2006).

ID	Task Name	Duration	Predecessor	Resource Names
26	Desarrollo del Banco de pruebas	45 days	10	Automatizacion
27	Aprobacion de la integracion del producto	10 days	25	Lider de proyecto
28	Transferencia	66 days		
29	Preserie	37 days		
30	Ensamblaje en producción	5 days	27	Produccion
31	Pruebas del banco de produccion	2 days	30;26	Automatizacion
32	Evaluación de la repetibilidad de los resultados de la robustez de los productos	30 days	31	Laboratorio
33	Validación	60 days		
34	Pruebas de vida acelerada	60 days	30	Laboratorio
35	Pruebas de campo	60 days	30	Equipo de proyecto
36	Aprobacion del producto	1 day	32;34;35	Lider del proyecto
37	Liberacion del producto	0 days	36	
38	Proyecto 2	183 days		

Figura Nro.4.14. Listado de actividades para un proyecto en el ejemplo de CCPM&TOC en múltiples proyectos, parte 2 (Ramírez, 2006).

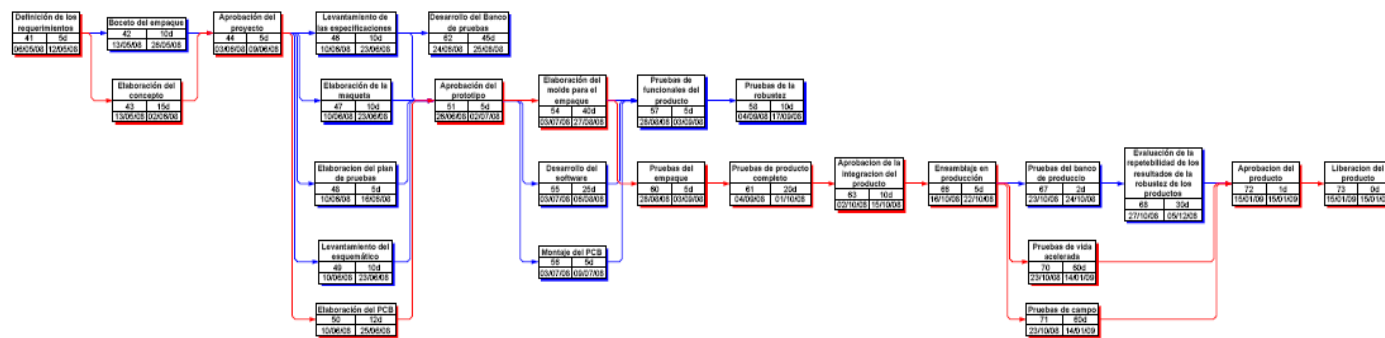


Figura Nro.4.15. Cadena crítica para un proyecto del ejemplo de CCPM&TOC en múltiples proyectos (Ramírez, 2006).

Siguiendo el proceso anteriormente expuesto se desarrolló el ejemplo, donde cada proyecto tiene una duración de 183 días y se esperará la ejecución en paralelo, ya que tienen la misma fecha de inicio y finalización.

1. Identificar el recurso que es la restricción (*drum schedule*).

Observando la planificación de los proyectos se puede concluir que hay dos recursos críticos: mecánica y laboratorio. Ambos recursos son importantes en diferentes etapas del proyecto, mecánica en la primera mitad del proyecto, con el diseño de su principal valor agregado: el empaque del producto. En la segunda mitad del es el turno del laboratorio en la cual se evalúa y fortalece la robustez del producto. El líder y su equipo de proyectos serían los recursos críticos si se enfoca en el desarrollo de un solo proyecto.

2. Explorar la restricción del recurso

- 2.1. Se prepara el cronograma de la cadena crítica para cada proyecto.

Al comenzar la revisión del proyecto éste tenía un estimado de 183 días, luego se procedió a aplicar el procedimiento de la cadena crítica para un solo proyecto, realizando el ajuste de los tiempos al 50% de probabilidad de culminar (El proyecto tenía una duración de 92 días), se le agregó la holgura del proyecto en este caso se le colocaron 45 días de holgura (El total de días fue de 137); En esta etapa adicionalmente se eliminaron los conflictos de recursos durante el proyecto, se agregaron las holguras en los alimentadores y se ajustó la red de actividades con *late finish* a 155 días.

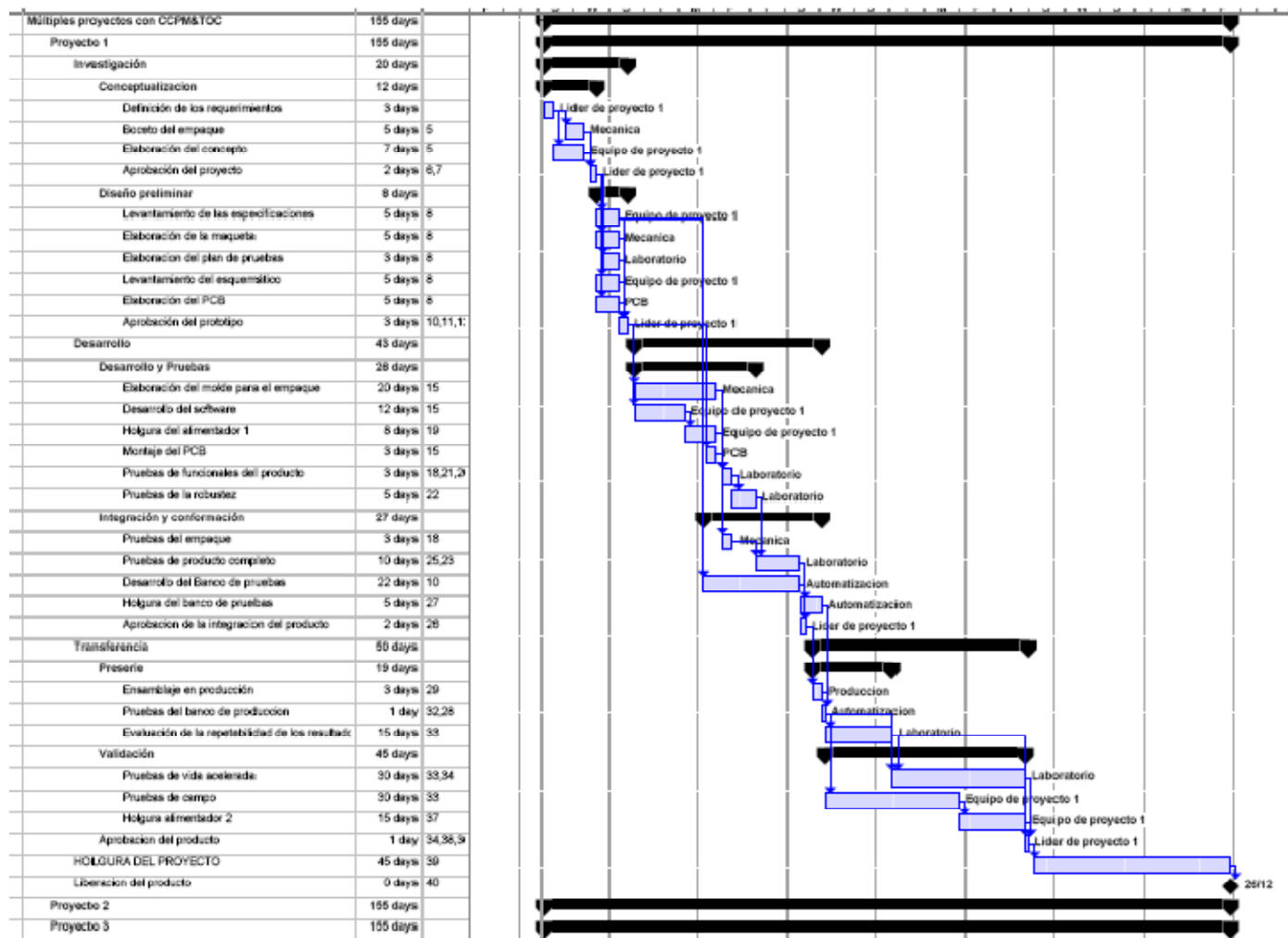


Figura Nro.4.16. Cronograma del proyecto después de aplicar la metodología para un proyecto (Ramírez, 2006).

2.2. Se determina la prioridad de los proyectos para hacer uso del recurso crítico

Proyecto	Prioridad	Riesgo	Descripción
Proyecto 1	Alta	Alto	Diseño de un protector para motores
Proyecto 2	Media	Alto	Rediseño de un producto con nuevas tecnologías
Proyecto 3	Media	Bajo	Evaluación de una nueva familia de componentes

Tabla Nro 4.8. Definición de la prioridad de los proyectos para el caso de múltiples proyectos (Ramírez, 2006).

2.3. Se define el cronograma del recurso crítico, resolviendo las restricciones con el objeto de terminar la mayor cantidad de proyectos en el menor de los tiempos.

En un ambiente de múltiples proyectos la tendencia a incrementar los tiempos de protecciones se presenta en mayor escala. En la figura 4.17 se presenta la nivelación de los dos recursos críticos que se evaluarán.

3. Se subordinan los cronogramas de proyectos individuales

3.1. Se asigna el inicio de cada proyecto basados en el cronograma del recurso crítico

Proyecto	Fecha de inicio	Fecha de Finalización	Duración
Proyecto 1	26-05-08	31-10-08	115
Proyecto 2	11-06-08	05-12-08	128
Proyecto 3	01-07-08	09-01-08	139
Resumen	26-05-08	09-01-08	165

Tabla Nro 4.9. Resumen de los tiempos estimados para la ejecución de los proyectos antes de agregarle las holguras de capacidad (Ramírez, 2006).

A continuación se procedió a revisar la cadena crítica de los tres proyectos, con la finalidad de insertar las holguras por capacidad, resolviendo los conflictos que se generan al incluir esta, y para finalizar se agregaron las holguras por recursos. En este caso el trabajo se concentró en el recurso crítico conocido como laboratorio.

En resumen la duración del proyecto después de agregar las holguras por recursos se presenta en el siguiente cuadro:

Proyecto	Fecha de inicio	Fecha de Finalización	Duración
Proyecto 1	26-05-08	29-10-08	118
Proyecto 2	11-06-08	05-12-08	128
Proyecto 3	01-07-08	12-02-08	163
Resumen	26-05-08	12-02-08	189

Tabla Nro 4.10. Resumen de los tiempos estimados para la ejecución de los proyectos después de agregarle las holguras de capacidad (Ramírez, 2006).

4. Incremente la capacidad del recurso crítico

En este caso incrementar la capacidad del recurso crítico Laboratorio es muy costoso, ya que duplicar o incrementar la cantidad de equipos representa una inversión muy alta. En este caso solo se plantearía una estrategia a largo plazo fundamentada en incrementar de un turno a dos, duplicando la capacidad en horas hombres disponibles. La ventaja de utilizar recursos adicionales se observaría especialmente en el tercer proyecto, ya que el tiempo de desarrollo podría disminuir al menos dos meses.

5. Regrese al primer paso evitando que la inercia se vuelva una restricción

A continuación se presenta la planificación resultante para los tres proyectos, es importante el seguimiento que durante la ejecución del proyecto se le dé, ya que este es un factor determinante para el éxito.

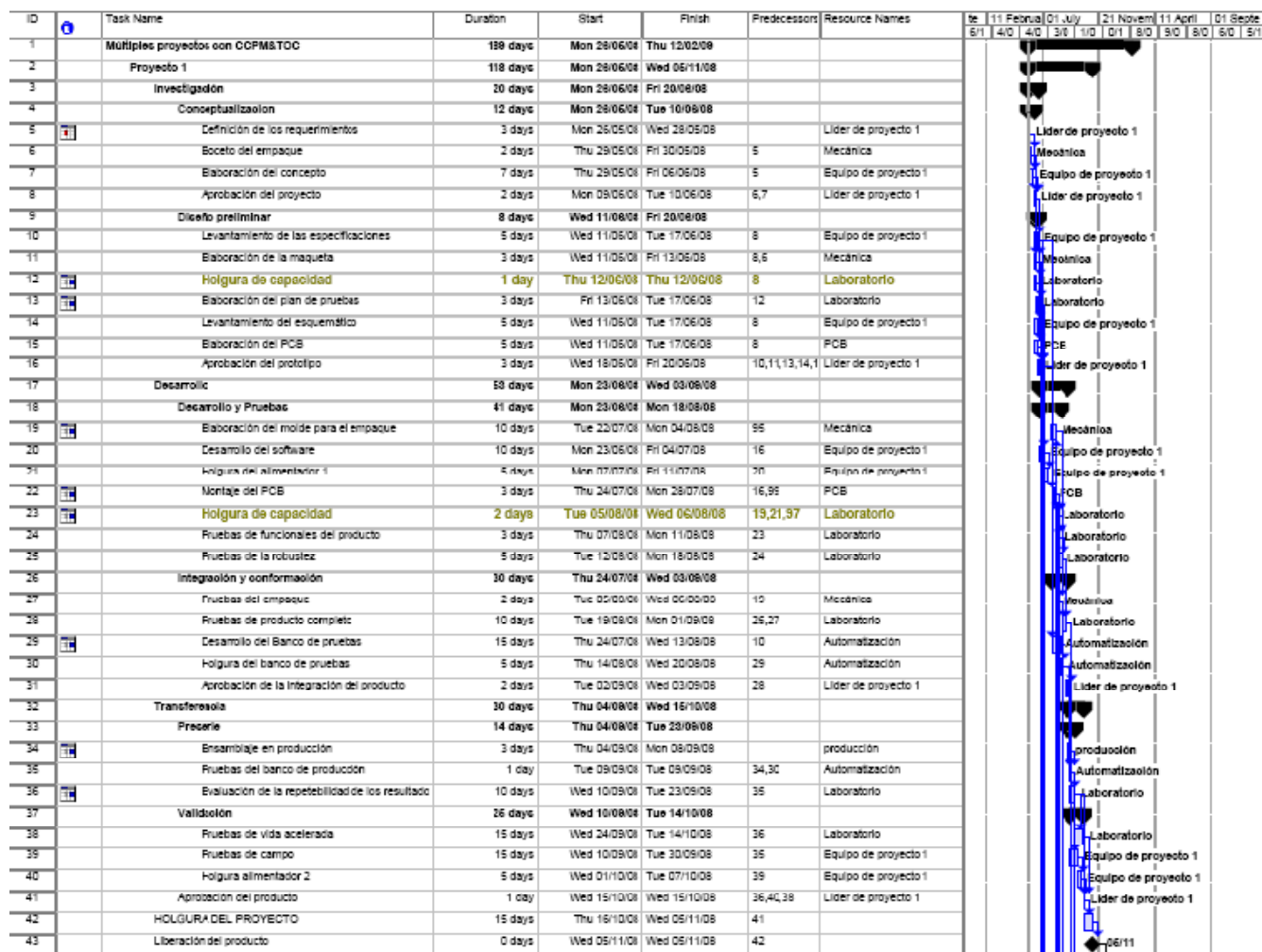


Figura Nro.4.18. Planificación resultante para el ejemplo de la CCPM&TOC para múltiples proyectos Parte 1 (Ramírez, 2006).

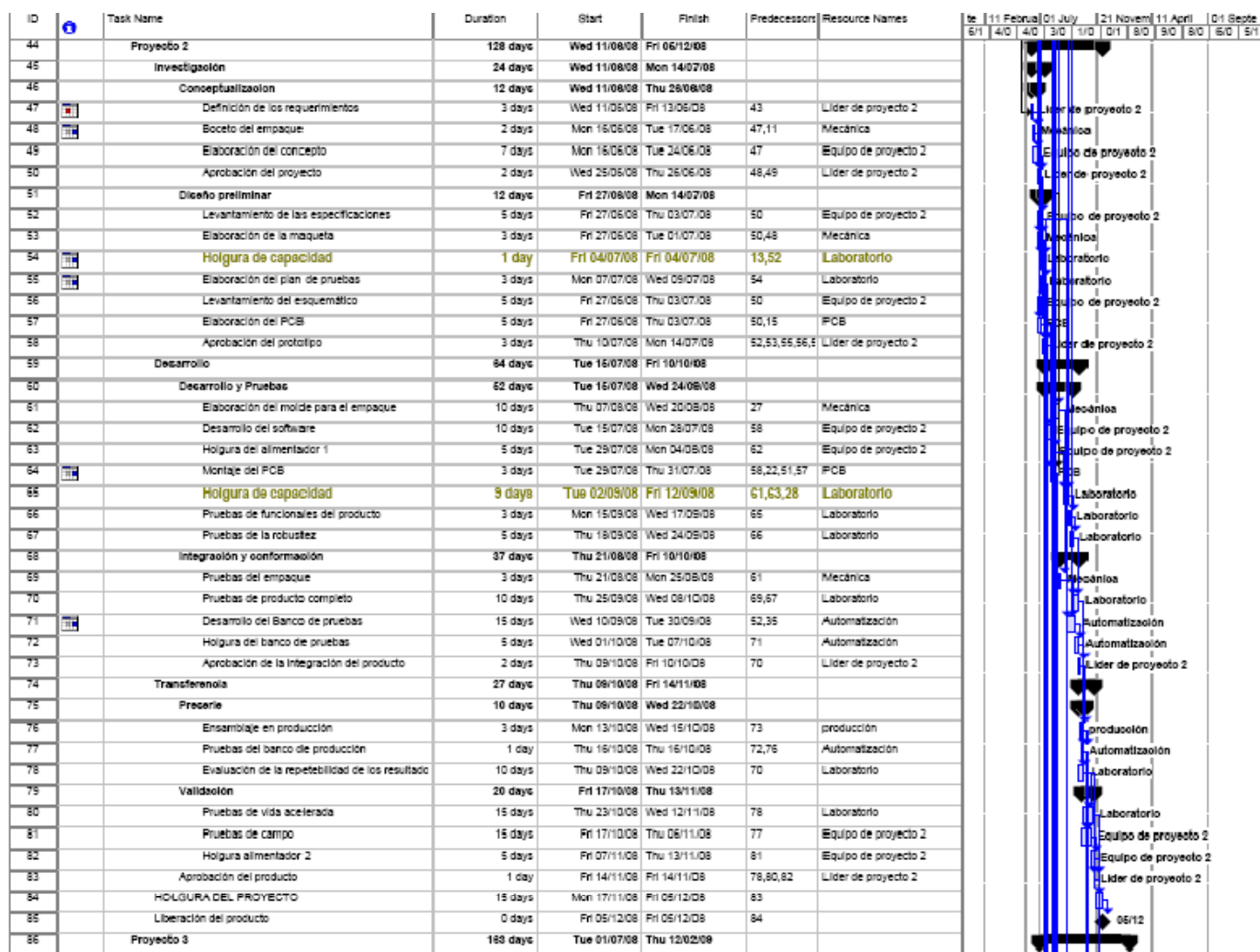


Figura Nro.4.19. Planificación resultante para el ejemplo de la CCPM&TOC para múltiples proyectos Parte 2 (Ramírez, 2006).

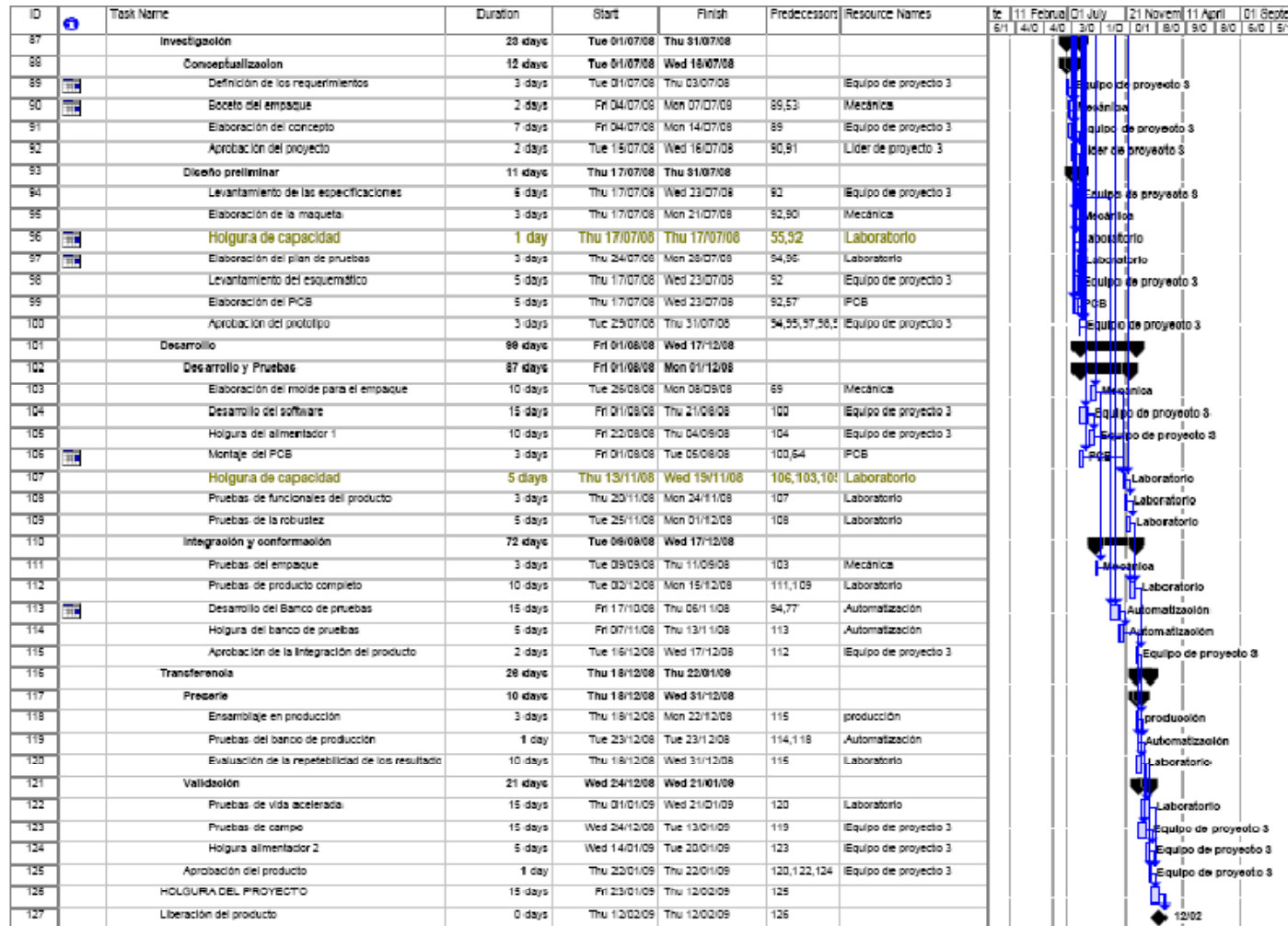


Figura Nro.4.20. Planificación resultante para el ejemplo de la CCPM&TOC para múltiples proyectos Parte 3 (Ramírez, 2006).

4.2.5 APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES.

El ejemplo a desarrollar para revisar la teoría de las restricciones se plantea a continuación:

“En los últimos tres proyectos finalizados por el departamento de Investigación y desarrollo se han tenido retrasos que van desde tres meses hasta un año; y todos estos proyectos sufrieron modificaciones importantes con respecto a su alcance inicial, sin realizar los ajustes de costo y tiempo.”

A continuación se procede a aplicar de manera referencial una parte del proceso del pensamiento, el cual comienza listando los efectos indeseables, para luego realizar el análisis de cada uno para identificar cuales de ellos son principales. Referencialmente los diferentes efectos indeseables se agruparan en tres tipos: costo, tiempo y alcance.

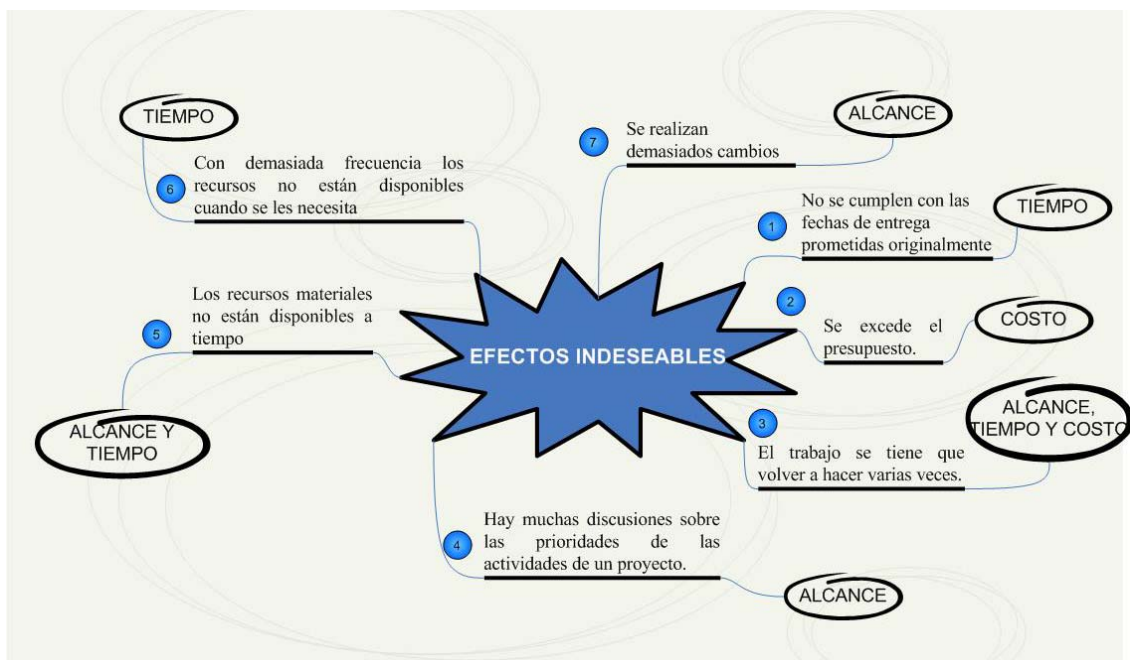


Figura Nro.4.21. Efectos Indeseables en los proyectos (Ramírez, 2.008)

El siguiente paso es definir la nube de conflicto para cada efecto indeseable, con el objeto de buscar la causa raíz.



Figura Nro.4.22. Primer paso para el análisis de la nube de conflicto para el efecto indeseable Nro. 1 (Ramírez, 2.008)

Luego se considera la causa identificada como un nuevo efecto al cual se le debe definir su causa, como se muestra en la siguiente figura (requisitos y prerequisites).

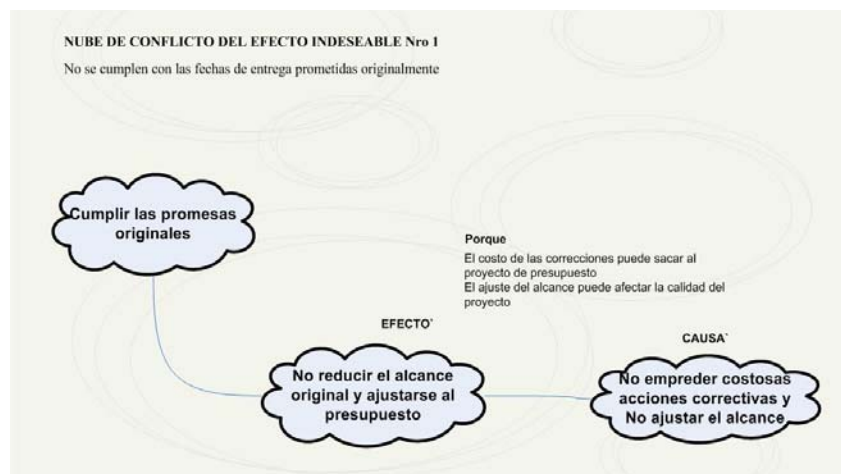


Figura Nro.4.23. Determinación de la segunda causa-efecto. (Ramírez, 2.008)

Después se profundiza hasta llegar al conflicto de las causas, a continuación se presentarán las nubes de conflicto para los siete efectos indeseados detectados:

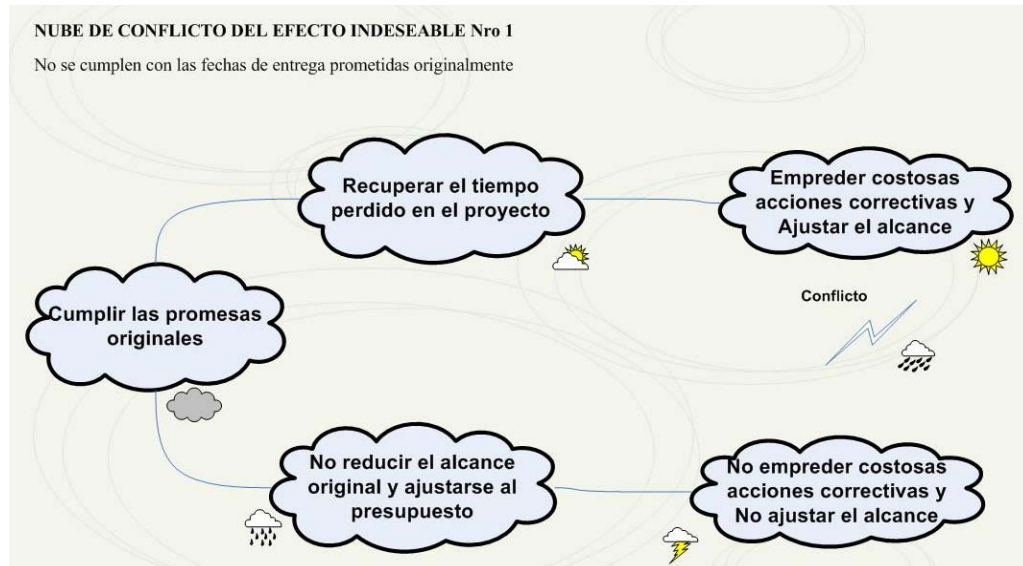


Figura Nro.4.24. Nube de conflicto para el efecto indeseable numero 1 (Ramírez, 2.008)

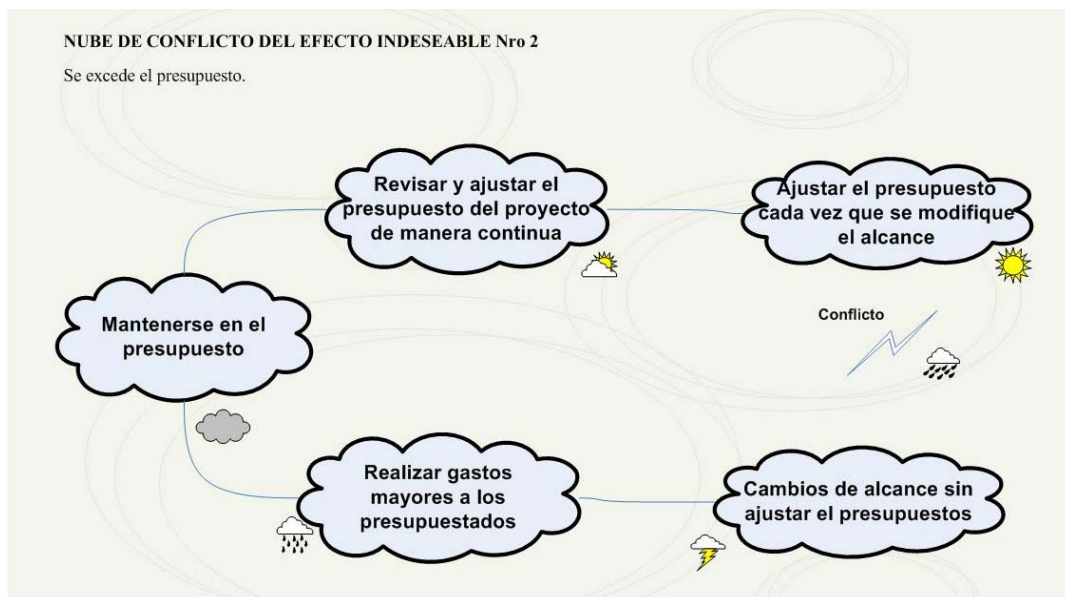


Figura Nro.4.25. Nube de conflicto para el efecto indeseable numero 2 (Ramírez, 2.008)

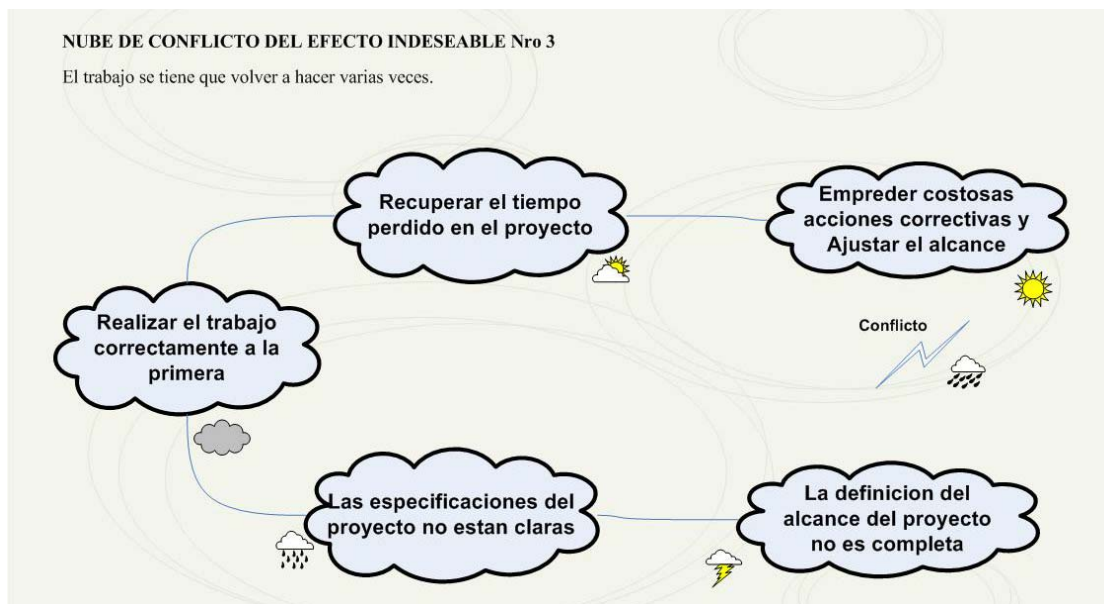


Figura Nro.4.26. Nube de conflicto para el efecto indeseable número 3 (Ramírez, 2.008)

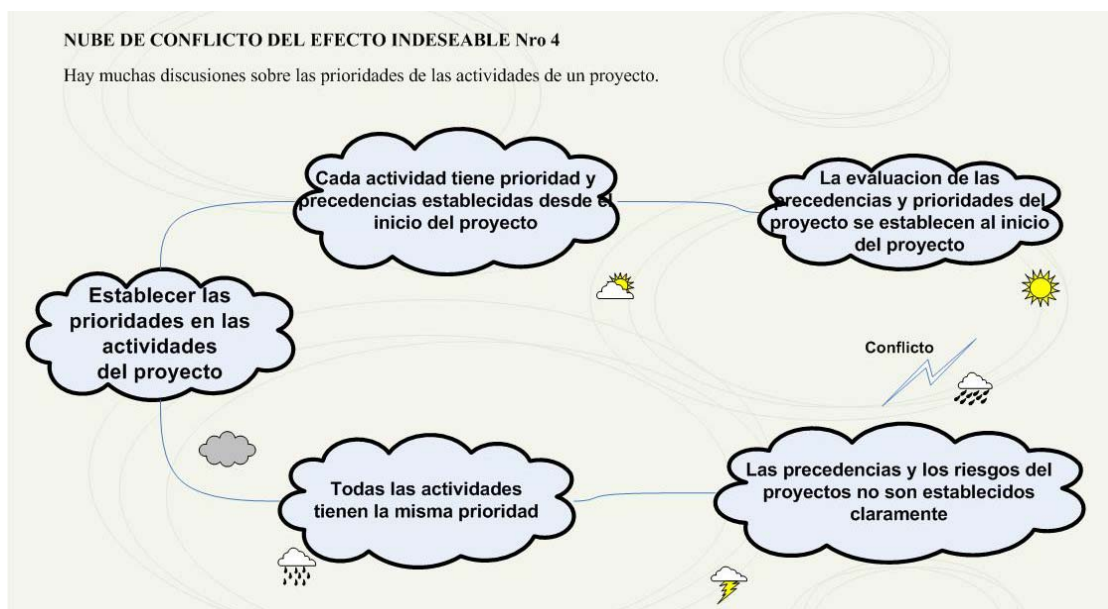


Figura Nro.4.27. Nube de conflicto para el efecto indeseable número 4 (Ramírez, 2.008)

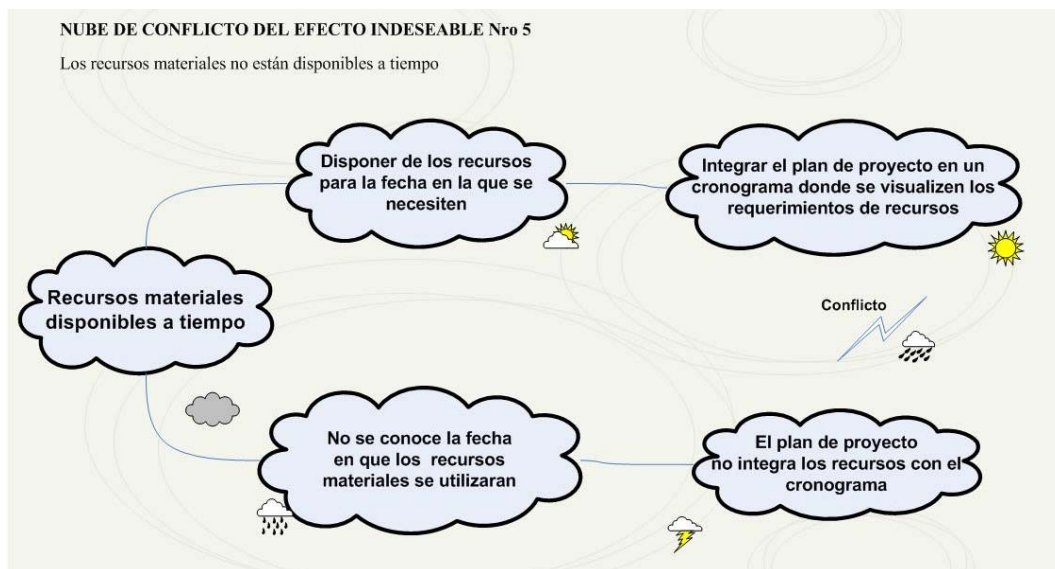


Figura Nro.4.28. Nube de conflicto para el efecto indeseable número 5 (Ramírez, 2.008)

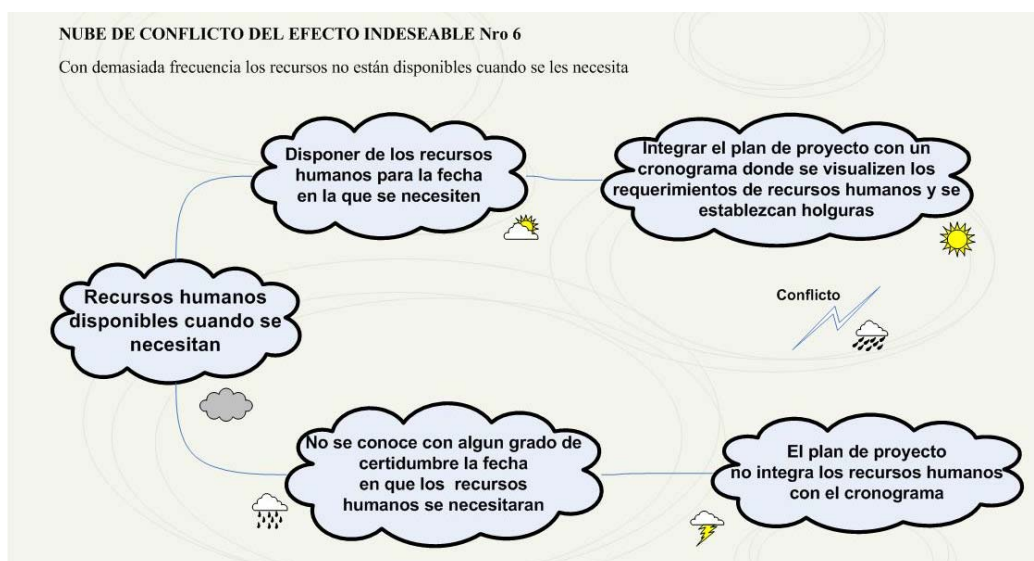


Figura Nro.4.29. Nube de conflicto para el efecto indeseable número 6 (Ramírez, 2.008)

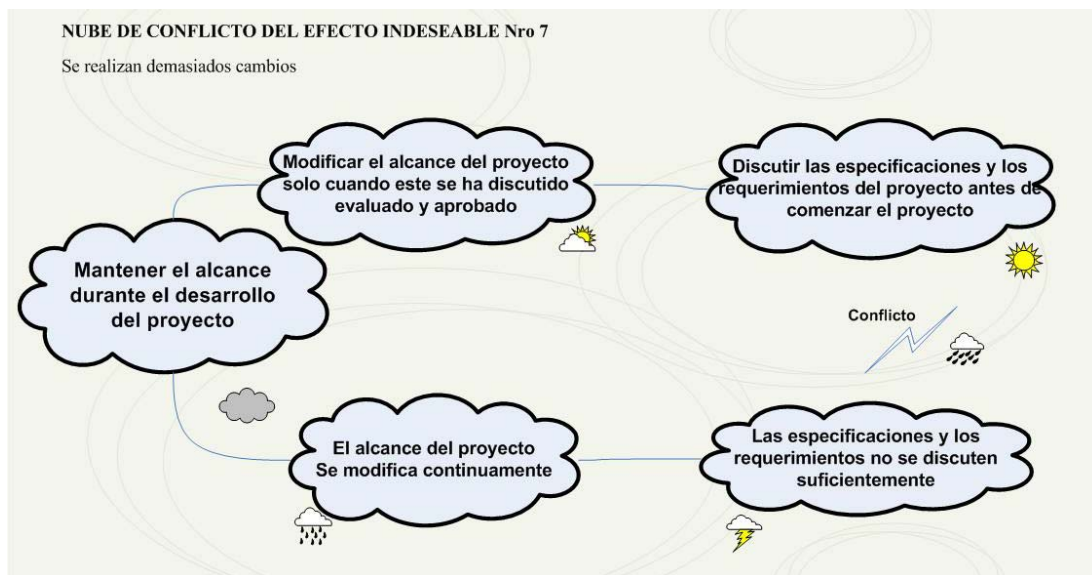


Figura Nro.4.30. Nube de conflicto para el efecto indeseable numero 7 (Ramírez, 2.008)

Siguiendo los lineamientos de la teoría de las restricciones no se finalizar sin que se hayan dado respuesta a las tres preguntas:

1. ¿Que cambiar?

Dado el análisis anterior se podrían identificar fácilmente para los siete efectos indeseables, las acciones a cambiar:

- No se cumplen con las fechas de entrega prometidas originalmente
- Se excede el presupuesto.
- El trabajo se tiene que volver a hacer varias veces.
- Hay muchas discusiones sobre las prioridades de las actividades de un proyecto.
- Los recursos materiales no están disponibles a tiempo
- Con demasiada frecuencia los recursos no están disponibles cuando se les necesita
- Se realizan demasiados cambios

¿Hacia qué cambiar?

El camino se identifica en el conflicto de cada efecto indeseado:

- Empezar costosas acciones correctivas y ajustar el alcance
- Ajustar el presupuesto cada vez que se modifique el alcance
- La evaluación de las precedencias y prioridades del proyecto se establecen al inicio del proyecto
- Integrar el plan de proyecto en un cronograma donde se visualicen los requerimientos de recursos
- Integrar el plan de proyecto con un cronograma donde se visualicen los requerimientos de recursos humanos y se establezcan holguras
- Discutir las especificaciones y los requerimientos del proyecto antes de comenzar el proyecto

2. ¿Como cambiar?

Después de realizar esta investigación responder esta pregunta es sencillo, se debe implantar la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento.

4.2.6 LA INFLUENCIA CULTURAL EN EL MANEJO DE LOS PROYECTOS EN VENEZUELA

Estrella Bascaran (2.003) en su trabajo de grado de maestría Evaluación del uso de la gerencia del manejo del tiempo de proyectos en Venezuela referencia comentarios emitidos por Harold Kesner en la quinta edición de su libro *Project Management a systems approach to planning, schedulling and controlling* sobre las diferencias del lenguaje, el manejo del tiempo y la educación en países del tercer mundo como Venezuela dificultan la ejecución de proyectos de alto nivel de desarrollo, con otros miembros del equipo provenientes de otras partes del mundo. Sin embargo en el mismo trabajo de

grado se cita una publicación de Antonio Francés del IESA sobre la consultoría en ingeniería en Venezuela donde se menciona que los conocimientos profesionales de los venezolanos permiten una calidad de exportación.

4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: IMPLANTAR LA METODOLOGÍA EN EL ÁREA PILOTO DEL LABORATORIO, LUGAR DONDE EL AUTOR CUENTA CON LA OBSERVACION DIRECTA PERTINENTE POR SER EL SUPERVISOR DE LA MISMA.

Una forma de evaluar si esta metodología de planificación podría o no ser aplicada en el departamento de investigación y desarrollo de la empresa tecnológica bajo estudio, consiste en la ejecución de una prueba piloto en un proyecto en un área específica de la misma. En este caso se seleccionó el desarrollo de un proyecto visto desde el área donde el autor de esta investigación tiene influencia por ser el supervisor, el laboratorio.

A continuación se presenta el acta de inicio del proyecto piloto:

Proyecto: Ejecutar las pruebas sobre al rediseño del producto A, durante el proceso de desarrollo de nuevos productos.

Versión: 1.0

Enunciado del proyecto: Este proyecto consistirá en la ejecución de las pruebas al producto A durante el proceso de desarrollo de nuevos. Este será un diseño electrónico innovador, de bajo costo y llamativo a las masas, el cual debe realizarse en un tiempo máximo de 12 meses. Este producto renovará el producto A que se vende desde hace 10 años. El empaque disminuirá el tamaño a la mitad, el hardware será diseñado con nuevas tecnologías y el software ofrecerá características que le agreguen valor al cliente, como comunicación.

Clientes: Este se divide en dos partes: aquellos que evalúan el desarrollo del proyecto y los que usarán el producto desarrollado; ambos deben ser consultados

durante todo el desarrollo del proyecto, para establecer de la manera mas clara posible los requerimientos.

Equipo de proyecto: El equipo de proyecto para la ejecución de las pruebas se constituirá por: el coordinador del Laboratorio, dos analistas de verificación (según la etapa), un ensamblador en el momento que se necesite, un ingeniero de proyectos con una dedicación máxima de 50% del tiempo disponible y el soporte del departamento de calidad en el momento que se amerite.

Alcance: El proyecto culmina cuando el producto conforme con las especificaciones; se esté fabricando en grandes cantidades por el departamento de producción.

Cronograma: Las pruebas deben ejecutarse en el menor tiempo posible, con un tiempo máximo para la ejecución de todo el proceso de desarrollo de nuevos productos de un año (12 meses).

Costo: El costo total del proyecto no debe superar los 50.000,00 dólares, mientras el costo del producto debe disminuir en un 20% con respecto al costo del producto anterior.

Consideraciones Especiales: El producto debe estar conforme con las normas internacionales de seguridad, inmunidad y emisiones necesarias para proceder a su certificación.

Gerente de proyecto: Líder de proyecto

Para realizar la prueba piloto se siguieron los siguientes pasos:

1. Evaluaciones preliminares
2. Planificación de las actividades
 - a. Estimado de la planificación, que incluye la estructura detallada de trabajo, las duraciones estimadas, los recursos disponibles, etc.

- b. Ajuste del estimado según los históricos
- c. Revisión del plan según la metodología de la cadena crítica

3. Seguimiento y evaluación de los resultados.

4.3.1 EVALUACIONES PRELIMINARES

Las evaluaciones preliminares permiten determinar la validez de la prueba piloto, para esto se revisaron los siguientes puntos:

- 1. Cantidad de proyectos en el área del laboratorio, esta se realizó para determinar si la cantidad de proyectos era en promedio adecuada para aplicar la prueba;
- 2. Tiempos promedios para la ejecución de actividades, como pruebas específicas según data histórica, o el análisis de expertos.

4.3.1.1 CANTIDAD DE PROYECTOS EN EL AREA EN ESTUDIO.

Para la revisión de la cantidad de proyectos del área se tomó el promedio de proyectos en el área durante los últimos trimestres de 2002 al 2005. Al revisar esta información se puede observar que en promedio se ejecutaban en paralelo ocho (8) proyectos, un mínimo de cuatro (4) y un máximo de doce (12). Comparando con la cantidad de proyectos para el 2006 que es diez (10), esto da como resultado que la cantidad de proyectos para la época es válida.

Cantidad de proyectos en desarrollo				
Año	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
2002	12	8	7	9
2003	0	9	8	6
2004	8	9	9	9
2005	12	9	4	8
				8

Tabla Nro 4.11. Cantidad de proyectos activos en el laboratorio en periodo entre el 2.002 y el 2.005. (Ramírez, 2.006)

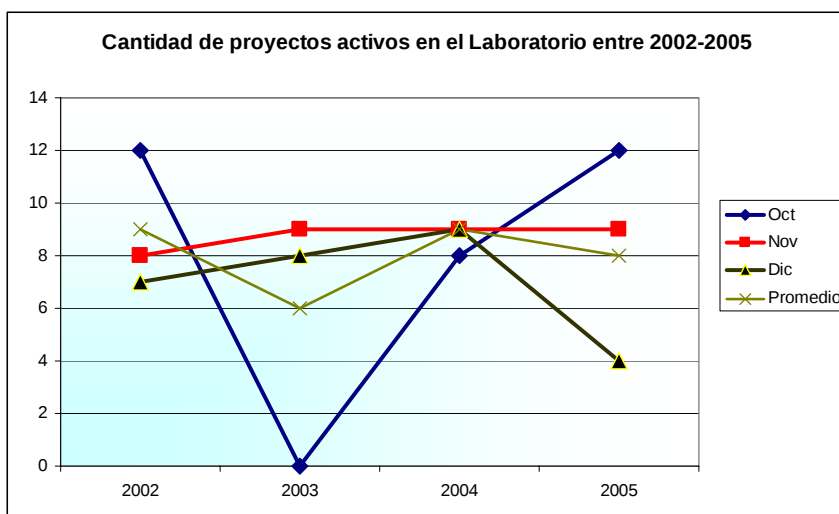


Figura Nro.4.31. Gráfico de la Cantidad de proyectos activos en el laboratorio en periodo entre el 2.002 y el 2.005. (Ramírez, 2.006)

Adicionalmente en el siguiente cuadro se muestra la relación entre la cantidad de proyectos y la cantidad de analistas de verificación disponibles, en este caso la prueba piloto también es representativa.

Año	Proyectos	Analistas de verificación	Relación porcentual
2002	4	1	30%
2003	4	2	50%
2004	8	3	40%
2005	8	4	50%
2006	10	4	40%
Promedio			40%

Tabla Nro 4.12. Relación entre la cantidad de proyectos y la cantidad de analistas de verificación. (Ramírez, 2.006)

Como segunda parte se analizo la data histórica de la cantidad de veces que se ejecuta las pruebas críticas en el último trimestre, durante los años 2002 al 2004. De este análisis se determinó que las más frecuentes eran tres pruebas básicas para determinar la compatibilidad electromagnética del producto las que se realizan durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Año	Mes	Prueba 1 IEC 61000-4-3	Prueba 2 IEC 61000-4-4	Prueba 3 IEC 61000-4-5
2002	Octubre	12		2
	Noviembre	9		
	Diciembre	8	1	
	Total	29	1	2
2003	Octubre	14	2	
	Noviembre	21	17	
	Diciembre	6	12	
	Total	41	31	
2004	Octubre	14	10	6
	Noviembre	4	3	10
	Diciembre		6	
	Total	18	19	16
Total general		88	51	18

Tabla Nro 4.13. Cantidad de repeticiones de la prueba básicas en el último semestre 2.002 y el 2.004 (Ramírez, 2.006)

4.3.1.2 ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN.

Para finalizar este análisis se hizo un estudio de los tiempos de ejecución de las pruebas basados en la recolección de datos de las pruebas de preserie de un producto realizadas entre Mayo y Octubre de 2005.

PRUEBA	MUESTRA	FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACION	DURACION
Picos de Alta Energía	11	02/05/2005	4:34	4:52	0:18
Picos de Alta Energía	2	05/05/2005	9:47	10:00	0:13
Picos de Alta Energía	2	05/05/2005	3:43	4:03	0:20
Picos de Alta Energía	2	05/05/2005	4:05	4:32	0:27

Tabla Nro 4.14. Formato utilizado para la recolección de datos de los tiempos de ejecución (Ramírez, 2.006)

A cada una de las pruebas se les realizó un estudio, generando valores estadísticos notables, como: la media geométrica, el promedio, el mínimo y el máximo. Estos valores se utilizarán para establecer el tiempo optimista (mínimo), el más probable (promedio) y el pesimista (máximo); con la finalidad de realizar simulaciones y establecer el tiempo para cada etapa.

De estos datos se obtiene el tiempo de prueba neto, sin incluir los tiempos de montaje de la prueba (setup), estos se agregaran posteriormente ya que son independientes de la cantidad de repeticiones. A continuación se presenta el resultado de las simulaciones para las pruebas seleccionadas:

Surge	Tiempo	Probabilidad	Tiempo estimado
Media Geométrica	00:23:51	24%	00:00:12
Mediana	00:25:00	25%	00:01:16
Desviación	00:33:29	40%	00:15:22
min.	00:07:00	55%	00:28:03
Máx.	02:24:00	70%	00:41:25
Promedio	00:31:48	85%	00:58:33
Cantidad de muestras	25	99%	01:41:45

Tabla Nro 4.15. Datos estadísticos notables de la prueba IEC 61000-4-5: Picos de alta energía (surge) (Ramírez, 2.006)

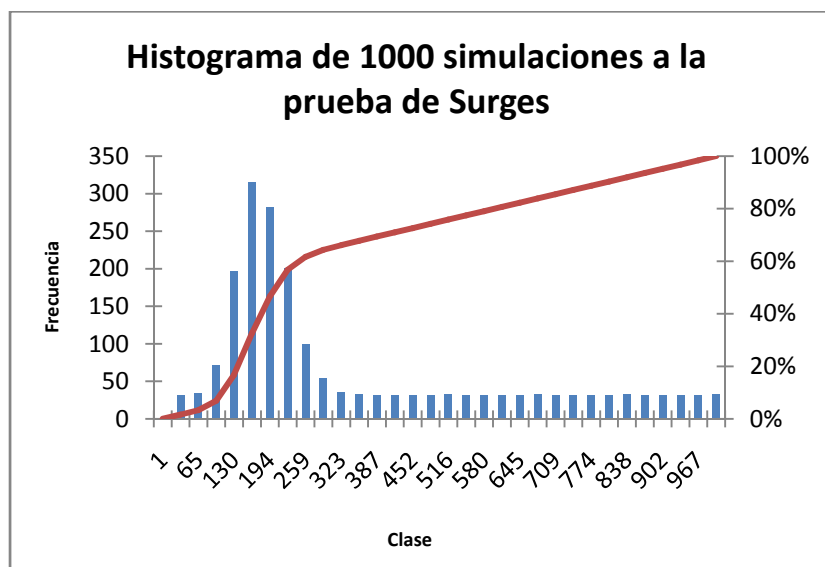


Figura Nro.4.32. Histograma de los resultados de las simulaciones para la prueba IEC 61000-4-5: picos de alta energía (surge)

Transitorios	Tiempo	Probabilidad	Tiempo estimado
Media Geométrica	00:15:03	24%	00:09:11
Mediana	00:17:00	25%	00:09:26
Desviación	00:08:19	40%	00:12:56
Min.	00:04:00	55%	00:16:05
Máx.	00:31:00	70%	00:19:24
Promedio	00:17:19	85%	00:23:39
Cantidad de muestras	25	99%	00:34:23

Tabla Nro 4.16. Datos estadísticos notables de las pruebas IEC 61000-4-4: Transitorios rápidos (EFT) (Ramírez, 2.006)

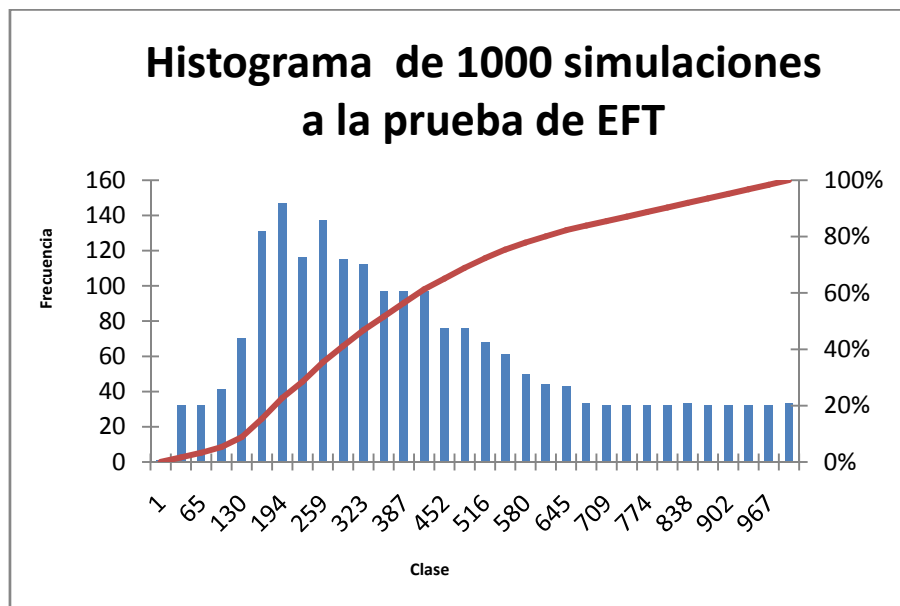


Figura Nro.4.33.Histograma de los resultados de las simulaciones para la prueba IEC 61000-4-4: Transitorios rápidos (EFT) (Ramírez, 2.006)

Ruido Radiado	Tiempo	Probabilidad	Tiempo estimado
Media Geométrica	00:28:22	24%	00:24:27
Mediana	00:30:00	25%	00:24:38
Desviación	00:05:33	40%	00:26:58
min.	00:21:00	55%	00:29:04
Mas	00:40:00	70%	00:31:16
Promedio	00:29:34	85%	00:34:07
Cantidad de muestras	60	99%	00:41:16

Tabla Nro 4.17. Datos estadísticos notables de la prueba IEC 61000-4-3: Ruido eléctrico radiado. (Ramírez, 2.006)

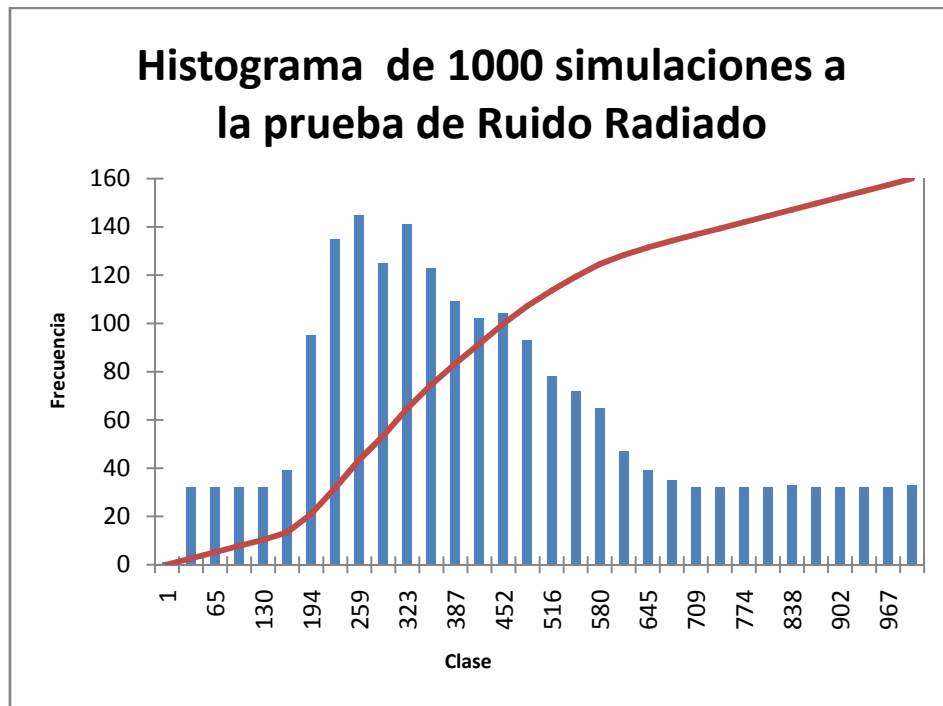


Figura Nro.4.34. Histograma de los resultados de las simulaciones para la prueba IEC 61000-4-3: Ruido eléctrico radiado. (Ramírez, 2.006)

En una de las reuniones con el panel de expertos se les solicitó que realizaran los estimados de tiempo de actividades típicas del laboratorio, a continuación se presentan los resultados:

Descripción de la actividad	Optimista	Pesimista	Mas Probable	Valor Esperado
Elaboración de un protocolo de pruebas	30	120	60	65
Ejecución de la prueba ruido eléctrico radiado	15	60	25	29
Ejecución de la prueba transitorios rápidos	20	60	30	33
Ejecución de la prueba de picos de alta energía	20	60	30	33
Ejecución de la prueba de descargas electrostáticas	20	60	40	40
Ejecución de la prueba una prueba de temperatura	240	480	480	440
Elaboración de un informe de resultados	480	2400	1440	1440

Tabla Nro 4.18. Estimaciones mínimas para actividades típicas (Ramírez, 2.006)

El valor esperado se basó en el cálculo de la sumatoria del tiempo optimista, el pesimista y cuatro veces el tiempo más probable, toda esta sumatoria dividida entre seis.

$$\text{Valor esperado} = (\text{Optimista} + 4 \times \text{Mas probable} + \text{Pesimista}) / 6$$

Los valores resultantes se evaluaron con respecto a los tiempos en los históricos, antes de establecerlos en la planificación de la prueba piloto.

4.3.2 PLANIFICACION DE ACTIVIDADES

Para la planificación se utilizó como base el proceso de desarrollo de nuevos proyectos en el área en evaluación y el proceso de planificación diseñado para este (Ramírez, 2005). Las fases del proceso de planificación son:

- Estimación del Plan
- Diseño del Plan
- Definición del plan
- Revisiones del plan
- Gerencia de la producción y
- Gerencia de los eventos.

Como lo muestra en la siguiente figura cada fase del proceso de planificación está asociada a una etapa específica del proceso de desarrollo de nuevos productos, para la prueba piloto se tomó un proyecto nuevo (proyecto A), enunciado anteriormente.

Es importante recordar que existe cierta información del proyecto que debió permanecer confidencial. Adicionalmente se realizó la estructura detallada del proyecto, pero la prueba piloto se limitará a las etapas de conceptualización y de diseño preliminar, las cuales son las que se estarán ejecutando en el periodo de tiempo establecido.

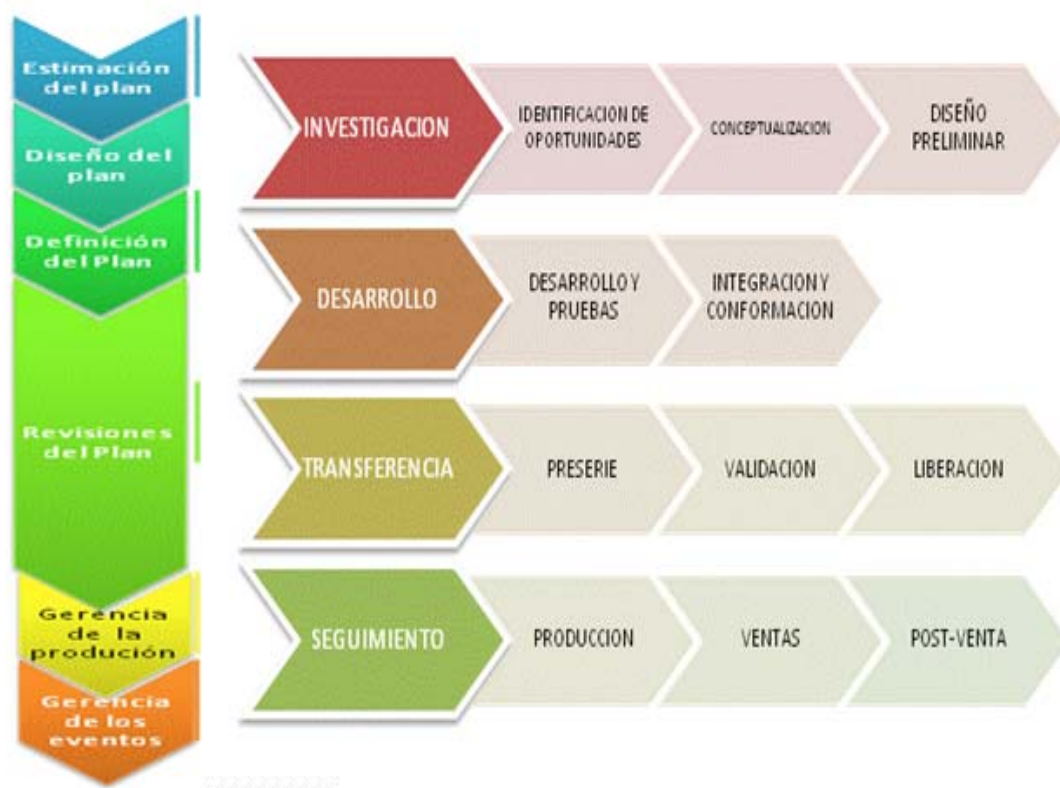


Figura Nro.4.35. Vista del PDNP y su proceso de planificación (Ramírez, 2005)

Estimación del Plan: La estimación del plan se realiza en una etapa muy temprana del proyecto donde se tiene la idea, pero esta aun no tiene forma, costo o especificaciones.

Estimado para el proyecto: Para el proyecto A se tiene los estimados gruesos de cada una de las etapas y la estructura detallada de trabajo del proyecto.

Etapas del PDNP	Duración Estimada
Conceptualización	1 mes
Diseño Preliminar	2 meses
Desarrollo y pruebas	2 meses
Integración y conformación	2 meses
Preserie	2 meses
Validación	2 meses
Liberación	1 mes
Total	12 meses

Tabla Nro 4.19. Estimación de la duración del proyecto (Ramírez, 2.006)

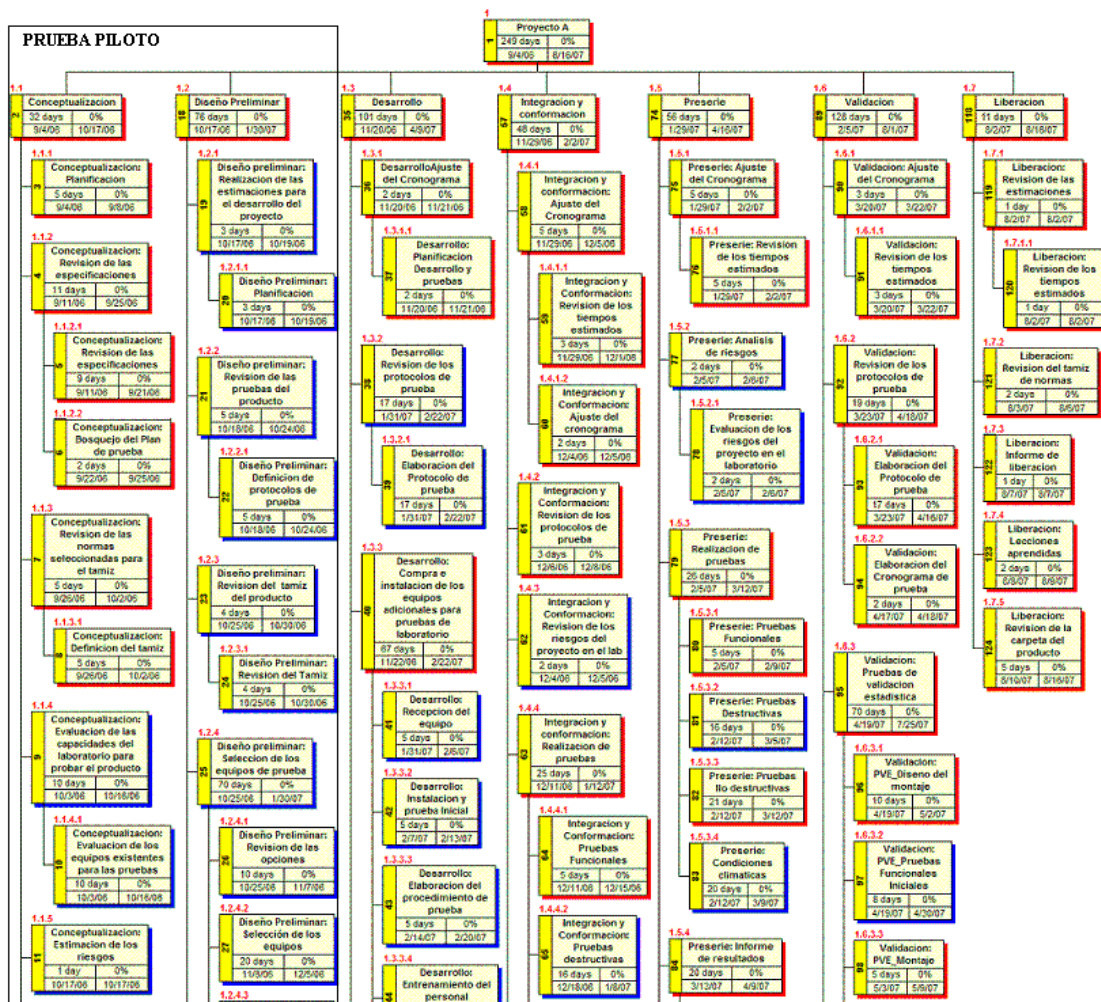


Figura Nro.4.36. Parte de la estructura detallada del proyecto en estudio para la prueba piloto
(Ramírez, 2006).

Recursos humanos para las etapas objeto de estudio: Anteriormente se especificaron los recursos disponibles para el proyecto, entre ellos tenemos al líder de proyecto, el coordinador del laboratorio, los analistas de verificación y un representante del departamento de calidad.

En el siguiente cuadro se presenta el estimado del porcentaje de tiempo que en cada etapa se usará de cada recurso:

Recurso del proyecto	% de uso en la conceptualización	% de uso en el diseño preliminar
Líder	75	25
Coordinador de Laboratorio	25	40
Analista de verificación 1	10	70
Analista de verificación 2	0	50
Calidad	10	10

Tabla Nro 4.20. Recursos disponibles para el proyecto en las etapas bajo estudio (Ramírez, 2.006)

Diseño del plan: En esta etapa se diseña el plan del proyecto y es aquí donde deben insertarse los cambios, concentrándose en el plan de ejecución del proyecto, en este caso las etapas de conceptualización y diseño preliminar, en el laboratorio.

Plan de Ejecución del Proyecto: Según el proceso de planificación adaptado al proceso de desarrollo de nuevos productos el plan de ejecución del proyecto es un documento que integra y coordina todos los planes del proyecto, incluidas las salidas de la planificación estratégica. En el caso de la prueba piloto no se trabajará la integración con el resto del equipo de proyecto, por lo cual existen una serie de entregables que no se mostrarán, ya que no son el objeto principal de esta investigación.

Planes detallados para la Conceptualización y el Diseño Preliminar: Está conformado por el plan de la siguiente etapa del proyecto, el cual debe estar definido tan completo como el gerente de proyectos lo necesite, cuál es el alcance de la etapa para cada área funcional y para la línea de proyecto. A continuación se presenta un cuadro que resume los siguientes entregables: Lista de actividades, estimación de las actividades, red del proyecto (PERT) y el cronograma; para las etapas de conceptualización y diseño preliminar.

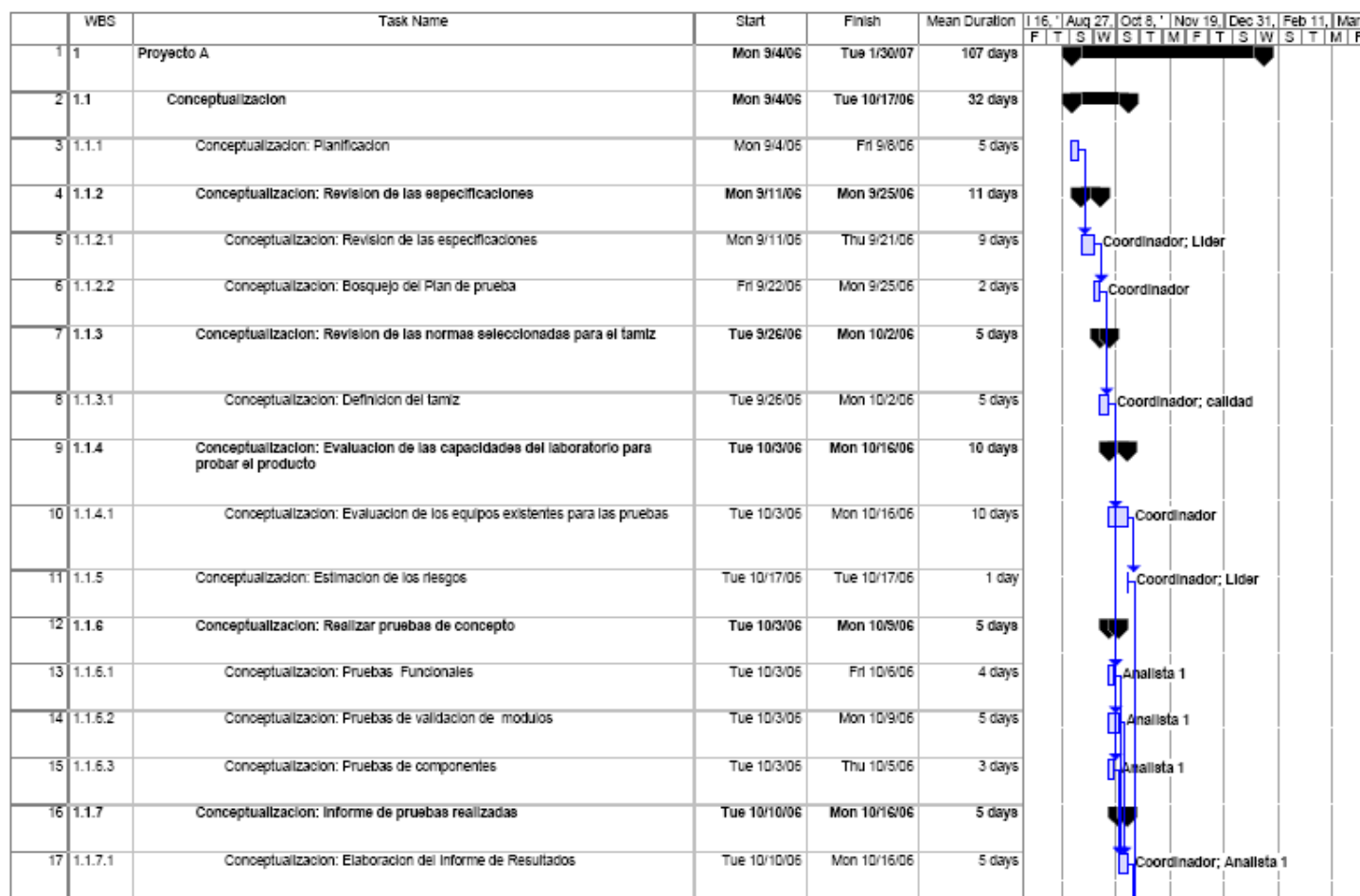


Figura Nro.4.37. Diagrama de GANT referencial de la etapa de conceptualización del proyecto realizado en Project (Ramírez, 2006).

Para esta etapa en la estructura detallada de proyecto se utilizará un formato que tiene en el primer bloque el nombre de la actividad; en la segunda línea se tiene la duración de la actividad y el porcentaje de culminación de la actividad; en la tercera y última línea se tienen las fechas de inicio y de finalización.

1

	Proyecto A	
	249 days	0%
	9/4/06	8/16/07

Figura Nro.4.39. Ejemplo del paquete de trabajos utilizado por la estructura detallada de trabajo (Ramírez, 2006).

El proyecto A tiene una duración estimada en su planificación de 231 días, a continuación se muestra un resumen de las grandes etapas en el proceso de desarrollo de nuevos productos. Haciendo un análisis rápido en función de la cadena crítica se podría estimar que la duración de proyectos podría reducirse a 173 días, de los cuales 116 días serían la duración del proyecto y 57 días de holgura.

Descripcion	Inicio	Finalizacion	Duracion
Proyecto A	04-sep-06	16-ago-07	249
Conceptualizacion	04-sep-06	17-oct-06	32
Diseño Preliminar	17-oct-06	30-ene-07	76
Desarrollo	20-nov-06	09-abr-07	101
Integracion y conformacion	29-nov-06	02-feb-07	48
Preserie	29-ene-07	16-abr-07	56
Validacion	05-feb-07	01-ago-07	128
Liberacion	02-ago-07	16-ago-07	11

Tabla Nro 4.21. Duración estimada de las fases principales de la estructura detallada de trabajo (Ramírez, 2006).

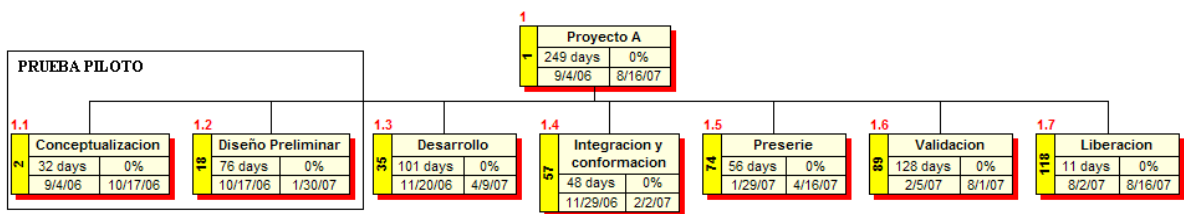


Figura Nro.4.40. Primer nivel de la estructura detallada de trabajo del proyecto A (Ramírez, 2006).

Como se ha comentado anteriormente la prueba piloto se concentró en las etapas de conceptualización y diseño preliminar, por esta razón la estructura detallada se enfocará en ambas etapas.

Estructura detallada de trabajo para la conceptualización:

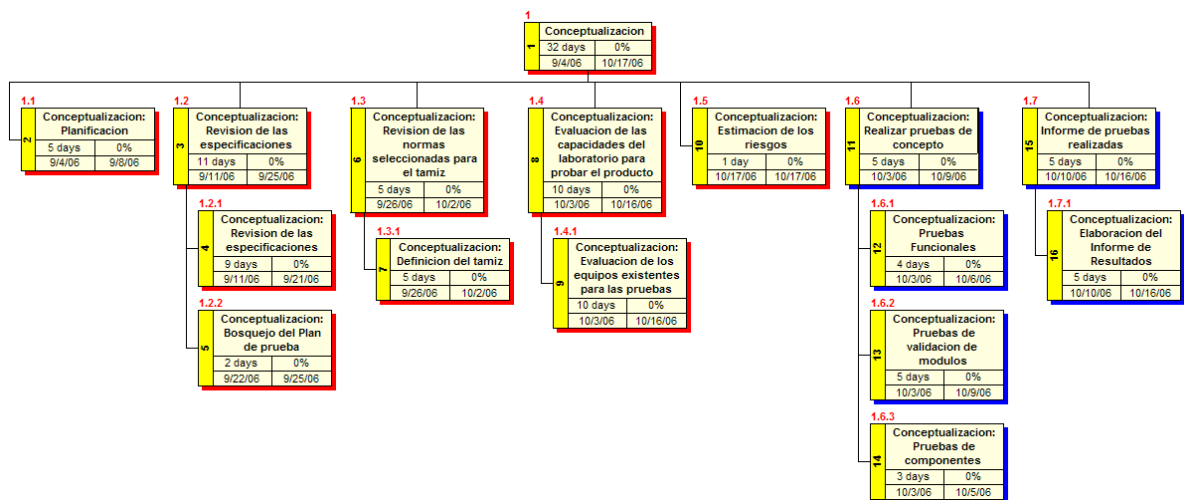


Figura Nro.4.41. Estructura detallada del trabajo de la conceptualización (Ramírez, 2006).

Estructura detallada de trabajo para el diseño preliminar:

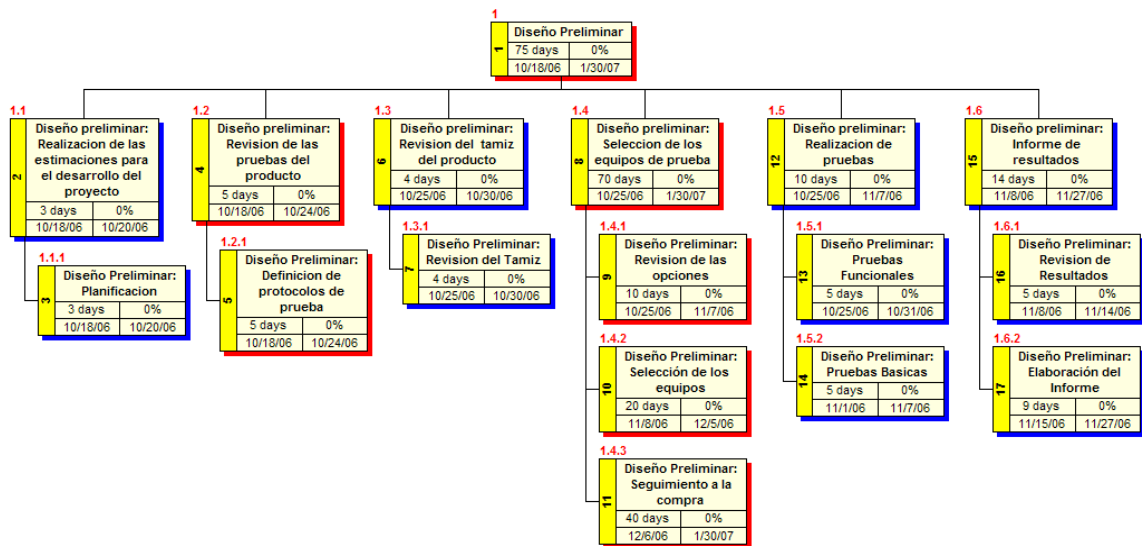


Figura Nro.4.42. Estructura detallada del trabajo del diseño preliminar (Ramírez, 2006).

Riesgos Identificados para el proyecto: A nivel general se detectaron una serie de riesgos para los cuales no se realizó ni análisis cualitativo, ni cuantitativo; eligiendo aceptar los riesgos sin establecer planes para evitarlos, mitigarlos o transferirlos en caso de que se presenten, a continuación los riesgos identificados.

- El costo de desarrollo del producto podría ser mayor al estimado.
- El personal de área podría no ser receptivo con la metodología de la cadena crítica
- El diseño del empaque puede tomar un tiempo mayor al planificado.
- El *know-how* de la compañía en normas y estándares podría acelerar o retrasar el diseño.

Ajuste del estimado según los históricos: En este caso el ajuste de los estimados según el histórico no se realizó ya que el histórico de los tiempos no es confiable, así que se procedió a ajustar los tiempos a la mitad de su estimado siguiendo la metodología de la cadena crítica.

A continuación se presenta la lista de actividades, sus duraciones e inmediatamente después el análisis según la cadena crítica del proyecto:

Actividades de la etapa de Conceptualización:

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL	DURACIÓN	DURACION (50/50)	PRECEDENCIA	RECURSOS
Conceptualización	04-09-06	17-10-06	32	16		
Planificación	04-09-06	08-09-06	5	3		Coordinador
Revisión de las especificaciones	11-09-06	25-09-06	11	3		
Revisión de las especificaciones	11-09-06	21-09-06	9	2	3	Coordinador; Líder
Bosquejo del Plan de prueba	22-09-06	25-09-06	2	1	5	Coordinador
Revisión de las normas seleccionadas para el tamiz	26-09-06	02-10-06	5	2		
Definición del tamiz	26-09-06	02-10-06	5	2	6	Coordinador; calidad
Evaluación de las capacidades del laboratorio para probar el producto	03-10-06	16-10-06	10	3		
Evaluación de los equipos existentes para las pruebas	03-10-06	16-10-06	10	3	8	Coordinador
Estimación de los riesgos	17-10-06	17-10-06	1	1	10	Coordinador; Líder
Realizar pruebas de concepto	03-10-06	09-10-06	5	2		
Pruebas Funcionales	03-10-06	06-10-06	4	2	8	Analista de verificación 1
Pruebas de validación de módulos	03-10-06	09-10-06	5	2	8	Analista de verificación 1
Pruebas de componentes	03-10-06	05-10-06	3	2	8	Analista de verificación 1
Informe de pruebas realizadas	10-10-06	16-10-06	5	2		
Elaboración del Informe de Resultados	10-10-06	16-10-06	5	2	14,15,13	Coordinador; Analista de verificación 1

Tabla Nro 4.22. Listado de actividades para la etapa de conceptualización (Ramírez, 2006)

Actividades de la etapa de diseño preliminar:

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL	DURACIÓN	DURACION (50/50)	PRECEDENCIA	RECURSOS
Diseño Preliminar	17-10-06	14-11-06	21	27		
Realización de las estimaciones para el desarrollo del proyecto	17-10-06	19-10-06	3	2		
Planificación	17-10-06	19-10-06	3	2	17	Coordinador
Revisión de las pruebas del producto	18-10-06	24-10-06	5	3		
Definición de protocolos de prueba	18-10-06	24-10-06	5	3	11	Coordinador; Líder
Revisión del tamiz del producto	25-10-06	30-10-06	4	2		
Revisión del Tamiz	25-10-06	30-10-06	4	2	22	Coordinador; Líder
Selección de los equipos de prueba	25-10-06	14-11-06	15	8		
Revisión de las opciones	25-10-06	26-10-06	2	1	22	Coordinador
Selección de los equipos	27-10-06	31-10-06	3	2	26	Coordinador; Líder
Seguimiento a la compra	01-11-06	14-11-06	10	20	27	Coordinador
Realización de pruebas	17-10-06	30-10-06	10	10		
Pruebas Funcionales	17-10-06	23-10-06	5	5	17	Analista 1
Pruebas Básicas	24-10-06	30-10-06	5	5	30	Analista 1
Informe de resultados	31-10-06	08-11-06	7	7		
Revisión de Resultados	31-10-06	01-11-06	2	2	31	Coordinador; Analista 1
Elaboración del Informe	02-11-06	08-11-06	5	5	33	Analista 1

Tabla Nro 4.23. Listado de actividades para la etapa de diseño preliminar (Ramírez, 2006)

Revisión del plan según la metodología de la cadena crítica: La cadena crítica del proyecto tiene una duración de 52 días que está definida por las siguientes actividades: planificación, revisión de las especificaciones, bosquejo del plan de prueba, definición del tamiz, pruebas funcionales, elaboración del informe de resultados, pruebas básicas, revisión de resultados y la elaboración del informe. Al reducir los tiempos a la mitad del tiempo la duración de las actividades, la cadena crítica disminuirá a 26 días, pero como no se dejarán actividades con duraciones de medio día estas se aproximarán al día completo; la duración de la cadena crítica será de 29 días.

Esta cadena crítica debe sufrir algunos cambios antes de que se pueda utilizar en la ejecución de un proyecto, ya que hay una serie de restricciones, por ejemplo:

1. Cuando se realicen los ajustes hay que cuidar los detalles de la cadena crítica, ya que otros recursos podrían volverse críticos.
2. Las actividades 13,14 y 15 se encuentran en paralelo y son ejecutadas por el mismo recurso.
3. El coordinador aparentemente en esta revisión es el recurso crítico.

En este caso el criterio general es verificar que en la cadena crítica las actividades no se solapen y se establezcan las dependencias correspondientes, especialmente los relacionados con los recursos. Al resolver la mayor parte de estas restricciones la duración de las actividades es de 32 días, la fecha de finalización es 16-10-06.

Analizando datos se identifican tres sitios para colocar holguras:

- **Holgura del proyecto:** Esta es la holgura principal se coloca al final del proyecto y da la fecha de finalización del proyecto, en este caso es de 10 días, aproximadamente el 25% del proyecto. En el control de esta holgura se basará el control del proyecto.
- **Holgura de los alimentadores:** Como se recordará de explicaciones anteriores son las holguras en los alimentadores de la cadena crítica, es importante destacar que cualquier cambio de esta puede cambiar la cadena crítica o afectar

el desarrollo del proyecto. En este caso se utiliza solo una que adicionalmente puede clasificarse como una holgura de los recursos, en este caso el coordinador es la actividad 12.

- **Holgura del recurso crítico:** Es la holgura que permite proteger los recursos críticos para el éxito del proyecto, al igual que la anterior solo se presenta una en el proyecto, actividad 37.

A continuación se presentan las actividades de la cadena crítica y un gráfico referencial donde se puede observar la cadena crítica y cada una de las holguras fue resaltada:

Conceptualización

Planificación

Revisión de las especificaciones

Revisión de las especificaciones

Bosquejo del Plan de prueba

Revisión de las normas seleccionadas para el tamiz

Definición del tamiz

Realizar pruebas de concepto

Pruebas Funcionales

Pruebas de validación de módulos

Pruebas de componentes

Informe de pruebas realizadas

Elaboración del Informe de Resultados

Diseño Preliminar

Definición de protocolos de prueba

Revisión del tamiz del producto

Revisión del Tamiz

Realización de pruebas

Pruebas Funcionales

Pruebas Básicas

Informe de resultados

Revisión de Resultados

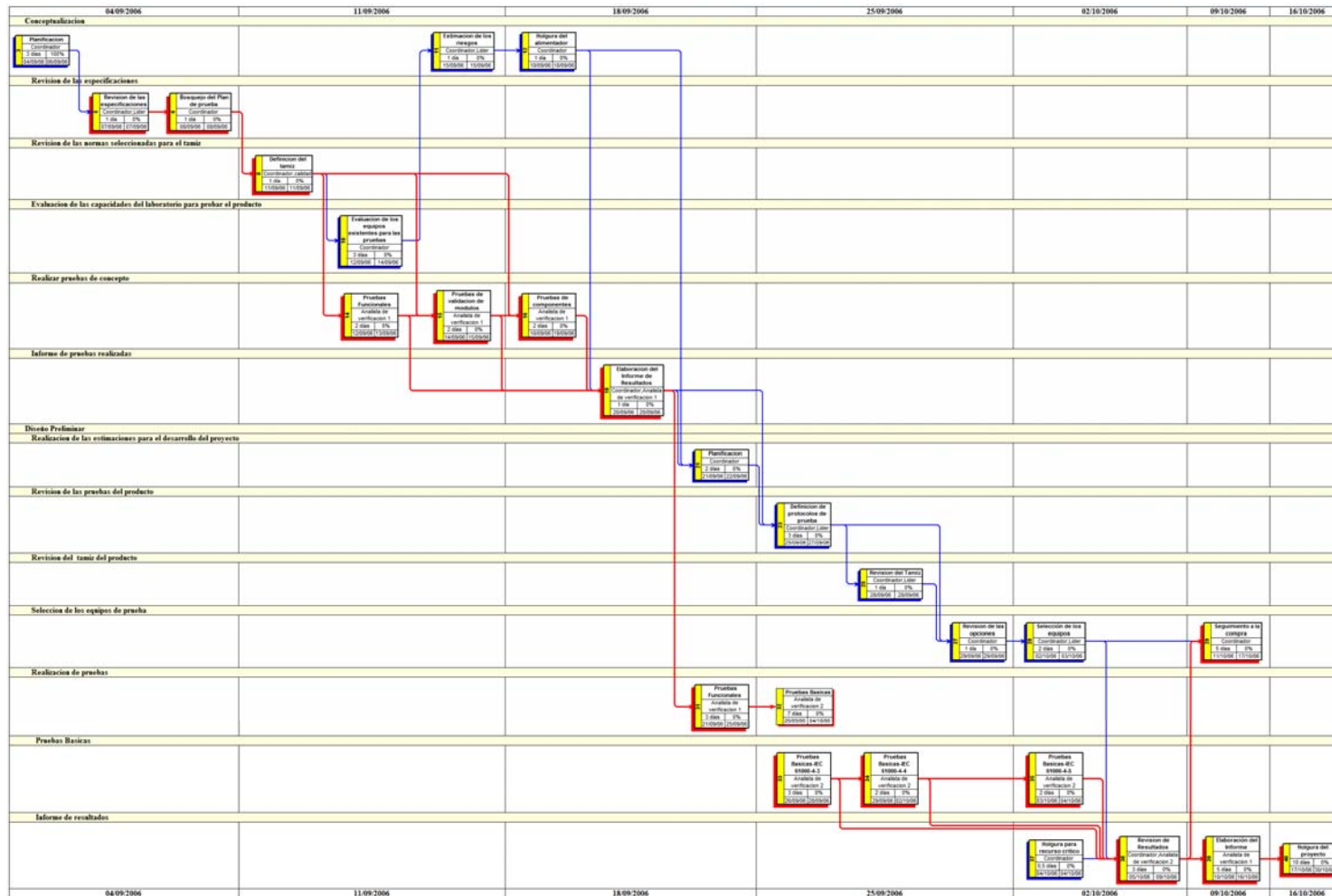


Figura Nro.4.43.Cadena crítica referencial con las holguras establecidas (Ramírez, 2006)

4.3.3 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA PRUEBA PILOTO

En la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones las decisiones son tomadas en función del consumo de la holgura, durante la implantación se realizó un seguimiento diario al avance de las actividades y de los recursos que se usaran para la ejecución de las mismas. A continuación se plantea la metodología de seguimiento y control de proyectos:

Holgura del proyecto: En este caso es importante controlar el consumo del mismo y para esto se utilizará un índice que relaciona el porcentaje de holgura consumida con respecto al porcentaje de proyecto completado conocido como Performance Buffer Index, PBI. Este índice se analiza de la siguiente manera: Si es menor a 1 hay que tomar medidas correctivas, en caso contrario el proyecto esta dentro de lo planificado. En la medición de este índice y lo que se hará con ellos el criterio del líder de proyecto es muy importante.

Fecha	Costo estimado (HH)	Costo Real (HH)	Valor Ganado (HH)	Holgura consumida	Performance Buffer Index (PBI)
15/09/2006	144	132	96	12	0,15
29/09/2006	312	338	289	-26	-0,33
13/10/2006	480	448	468	32	0,41
27/10/2006	578	588	531	-50	-0,63
02/11/2006	628	596	548	-48	-0,60

Tabla Nro 4.24. Medición del avance del proyecto (Ramírez, 2008)

Como se observa en el cuadro anterior el proyecto en la segunda evaluación había consumido un 33% de la holgura, en la siguiente evaluación esta situación parece mejorar, aunque durante las dos ultimas evaluaciones la holgura continua consumiéndose, hasta alcanzar un 60%.

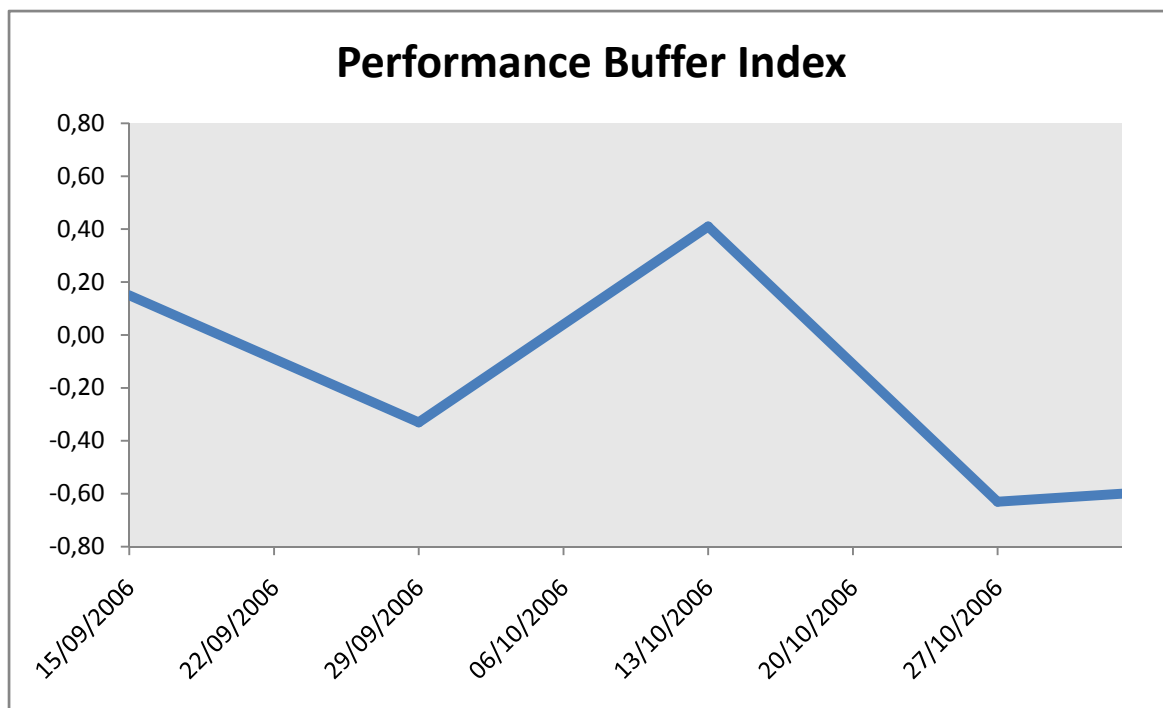


Figura Nro.4.44. Grafico del performance buffer index de la prueba piloto (Ramírez, 2008)

Del resultado anterior se observa que el proyecto culmina dentro de la holgura, exactamente cuatro días antes de culminar ésta y si se compara con la estimación inicial el proyecto está culminando 14 días antes del estimado inicial.

CONCEPTO	DIAS
Estimacion Inicial	58
Estimacion CCPM&TOC	41
Estimacion CCPM&TOC sin holgura	31
Holgura	10
Duracion real	37

Tabla Nro 4.25. Comparación de los diferentes estimados del proyecto y su duración (Ramírez, 2008)

Del cuadro anterior se puede deducir que:

- El proyecto tuvo una duración de un 36% menos (37 días) con respecto al estimado inicial (58 días),
- Se esperaba que el proyecto tuviera una duración del 47% menos (31 días) con respecto a la estimación inicial (58 días), y una holgura del 17% del estimado inicial (10 días).
- Tomando en cuenta la holgura la duración del proyecto es de un 29% menos (41 días) con respecto a la duración inicial (58 días).

Valor Ganado: Este método permite supervisar el avance del proyecto de manera clara, se evaluará semanalmente. En este proyecto el costo se estimará en horas hombre, a continuación se muestra el cuadro que resume las cinco evaluaciones realizadas al proyecto:

Fecha	WS	WP	BCWS	BCWP	ACWP
04-sep-06	0	0	0	0	0
15-sep-06	33	22	144	96	132
29-sep-06	66	61	312	289	338
13-oct-06	95	93	480	468	448
27-oct-06	100	99	538	531	588
02-nov-06	100	100	548	548	596

Tabla Nro 4.26. Cuadro resumen de las evaluaciones del proyecto (Ramírez, 2008).

En el gráfico del valor ganado se observa que el proyecto tuvo un costo ligeramente mayor (HH) al estimado inicial y terminó después del tiempo estimado, por supuesto dentro del tiempo de la holgura, si volvemos a la metodología en estudio.

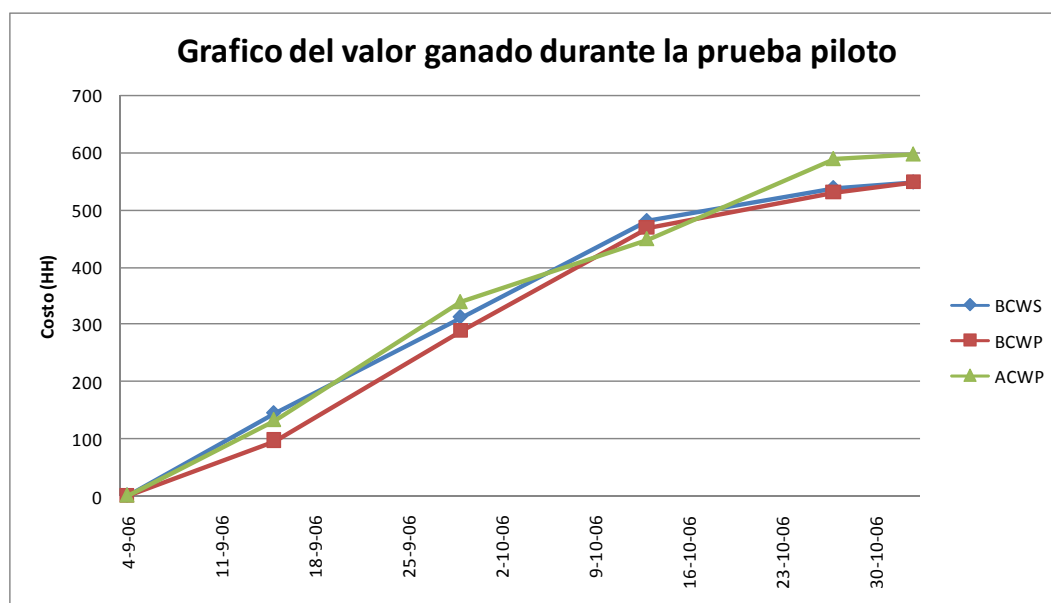


Figura Nro.4.45. Curva “S” del proyecto utilizado el método del valor ganado (Ramírez, 2008)

Los indicadores típicamente utilizados en el método del valor ganado, muestran como el proyecto estuvo retrasado y con costos superiores a los planificados durante casi todo el proyecto. Esta tendencia solo muestra una diferencia en la tercera evaluación cuando el proyecto parece estar por debajo de los costos.

Fecha	SV	CV	SPI	CPI
04-sep-06	0	0	0.00	0.00
15-sep-06	-48	-36	0.67	0.73
29-sep-06	-23	-49	0.93	0.85
13-oct-06	-12	20	0.97	1.04
27-oct-06	-7	-57	0.99	0.90
02-nov-06	0	-48	1.00	0.92

Tabla Nro 4.27. Indicadores del estado del proyecto en las diferentes evaluaciones (Ramírez, 2008)

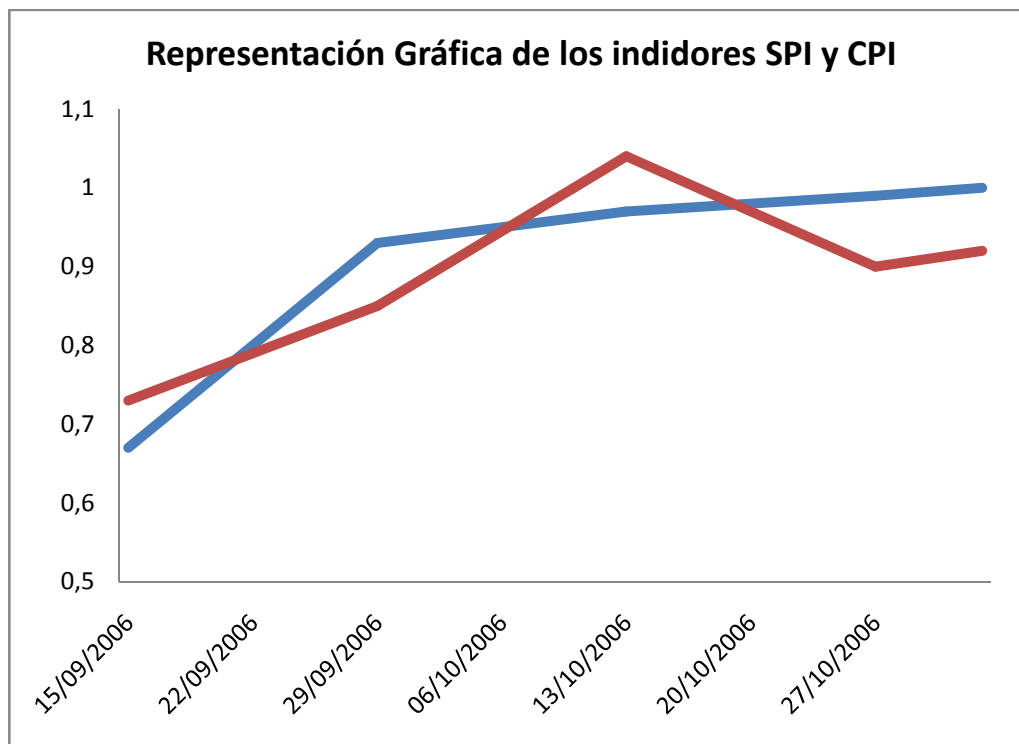


Figura Nro.4.46. Indicadores CPI y SPI (Ramírez, 2008)

4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: EVALUAR LA FACTIBILIDAD DE LA APLICACIÓN DE ESTA METODOLOGÍA EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS.

Cuando el ambiente de trabajo está afectado por: proyectos fuera de presupuesto, cuyo alcance no se ha definido completamente, proyectos con retrasos desde el inicio, ambientes reacios a los nuevos proyectos, y cambios constantes de las fechas de entregas; se puede afirmar que este es el reflejo de que la principal restricción es la forma en la cual se lleva la gestión de proyectos en la organización.

En el departamento de investigación y desarrollo bajo estudio los proyectos típicamente son gestionados enfocándose sobre las tareas de los principales entregables, lo que hace razonable creer que si estas tareas son hechas a tiempo, el proyecto también lo estará. Al buscar con distintas herramientas la causa raíz de los

problemas sistemáticos en los proyectos, generalmente se encuentran conflictos entre proyectos generados por excesos de seguridad (tiempos extra) para cumplir con el proyecto y la necesidad de ejecutar el mismo en el menor tiempo posible.

Este conflicto de seguridades es una contradicción cuando se trata de la gestión del riesgo, se distribuyen pequeñas holguras en la mayoría de las tareas, extendiendo la duración del proyecto, para luego asumir en función del calendario un número de compromisos, en la siguiente figura se puede observar un resumen de este conflicto, típico de la gestión de proyectos.

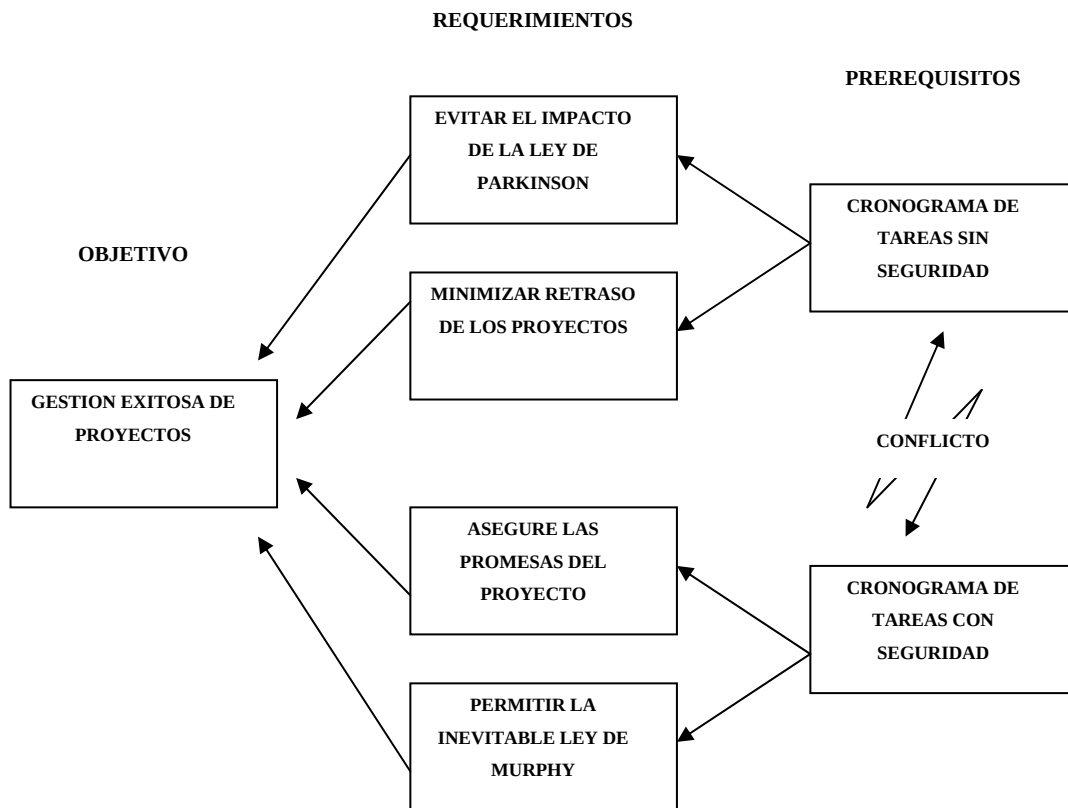


Figura Nro.4.47. Representación gráfica de un conflicto típico para la gestión de proyectos
(Focused performance, 2006)

4.4.1 PROPUESTA DEL PLAN DE IMPLANTACIÓN

Dado los puntos anteriormente expuestos, la repetición continúa del conflicto y los resultados de la prueba piloto en un departamento del área en evaluación, pudiéramos decir que la implantación de la cadena crítica es ideal, pero antes de hacerlo la gestión de proyecto debe llevarse a un grado de madurez mayor. Este grado de madurez se debe reflejarse especialmente en puntos como:

- Definición clara del alcance del proyecto y control de los cambios.
- Procesos de planificación y control claramente definidos.
- Concientización al recurso humano de la necesidad de su compromiso para el éxito del proyecto.

Esto solo resume que antes de empezar cualquier proyecto que se quiere sea exitoso se deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Asegurarse que se está trabajando en el problema correcto.
- Asegurarse del objetivo del proyecto, para alcanzar resolver el problema correcto con la solución correcta.
- Diseñar el alcance y los entregables de la solución
- Ejecutar el proyecto para alcanzar el objetivo en el tiempo y costo planificado.
- Líderes de proyectos serios en el control de cambios de alcance.

Como resultado de esta investigación es factible la aplicación de esta metodología de planificación y control basada en la cadena crítica y la teoría de las restricciones, para la planificación y el control del tiempo de los recursos compartidos en una gestión de múltiples proyectos, a continuación se plantea el plan de implantación diseñado para el departamento de investigación y desarrollo de una empresa de desarrollo tecnológico.

El plan de implantación tendrá cuatro etapas:

Etapas	Definición	Descripción
Etapas 1	Presentación a la alta gerencia.	Orientación y concientización de los beneficios de la herramienta para obtener el respaldo en la organización. Esta etapa estará conformada por reuniones con la alta gerencia, para obtener el compromiso de los mismos.
Etapas 2	Formación.	En la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones, estará orientada principalmente a la gerencia media, pero integrará a toda la organización. En esta etapa se les deben entregar las herramientas y procedimientos para concientizar y preparar el cambio cultural
Etapas 3	Implantación	En esta etapa se generarán los planes de trabajo según la metodología de la cadena crítica, primero se realizarán por proyecto y luego se integrarán todos los planes de proyecto. Para finalizar esta etapa se ejecuta la prueba y se lleva un estricto seguimiento a la planificación.
Etapas 4	Evaluación e identificación de mejoras.	Para cerrar esta implantación se deben evaluar los resultados, con la finalidad de identificar las oportunidades de mejora y si se le debe dar continuidad al proyecto

Tabla Nro 4.28. Resumen del plan de implantación (Ramírez, 2008)

4.4.2 ETAPA 1: PRESENTACIÓN A LA ALTA GERENCIA

Estará conformada por tres etapas, cuya finalidad es obtener la “buena pro” para la ejecución del proyecto.

- 1. Presentación del proyecto:** Es una reunión donde se entregará el proyecto para la evaluación, la agenda de esta reunión será

- Introducción
 - Ventajas de la cadena crítica y la teoría de las restricciones
 - Reglas básicas para la aplicación
 - Presentación del proyecto
 - Costo del proyecto
 - Beneficios esperados a mediano y largo plazo
 - Próximos pasos
2. **Evaluación del proyecto:** Esta actividad se realizará por la alta gerencia en conjunto con la gerencia del departamento, tendrá una duración de tres semanas.
 3. **Inicio formal del proyecto:** En esta se le da inicio al proyecto, estableciendo las limitaciones y requerimientos adicionales de costo y tiempo.

4.4.3 ETAPA 2: FORMACIÓN

Estos talleres estarán direccionados a las personas encargadas de planificar, es decir líderes de proyecto y coordinadores de área. Se programarán cuatro talleres de cuatro horas de duración cada uno, el contenido de cada taller será:

- **Taller 1:** Introducción a la metodología de la teoría de las restricciones y la cadena crítica en la gerencia de proyecto.
- **Taller 2:** Análisis de la prueba piloto realizada en el laboratorio
- **Taller 3:** Caso práctico 1: Aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en un solo proyecto.
- **Taller 4:** Caso práctico 2: Aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en un sistema de múltiples proyectos.

4.4.4 ETAPA 3: IMPLANTACIÓN

Para definir el plan de implantación es necesario establecer una metodología específica para el departamento de investigación y desarrollo bajo estudio, el

cual es un ambiente de múltiples proyectos con recursos compartidos, es decir en una estructura matricial proyectizada.

ACTIVIDADES		DURACIÓN ESTIMADA	OBSERVACIONES
1	Charlas de Orientación	1 mes	
2	Charlas de formación	1 mes	
3	Planificación de los proyectos para los 6 meses siguientes a la fecha estimada para el inicio	1 mes	
4	Sincronización de los proyectos	2 meses	
5	Implantación	6 meses	
6	Evaluación y mejoras	2 meses	Una parte de esta actividad debe ser realizada durante el último mes de la implantación
Duración Total		12 meses	

Tabla Nro 4.29. Estimado de tiempo para la fase inicial de la implantación de la metodología de la cadena crítica (Ramírez, 2008)

Identificar las múltiples restricciones en un ambiente de múltiples proyectos, se resumirá en identificar los recursos críticos, ya que los proyectos serán tan lentos como el mas sobrecargado de los recursos tarde en completar sus tareas. Para comenzar cada proyecto se debe planificar según la metodología de la cadena crítica explicada anteriormente. Al tener todos los proyectos definidos individualmente, el proceso a seguir es el siguiente:

1. Identificar las restricciones
2. Explotar las restricciones de los múltiples proyectos
3. Establecer la planificación.

Para ajustar la planificación de los proyectos y definir la cadena crítica de este sistema de múltiples proyectos se deben realizar las siguientes actividades: Establecer la prioridad de los proyectos, seleccionar el o los recursos críticos, definir el cronograma del recurso crítico, estimar la capacidad o el tiempo

máximo para la holgura de las restricciones y definir la holgura del recurso crítico.

En este ambiente de múltiples proyectos es imprescindible definir la forma en la que la organización reaccionará ante la inclusión de nuevos proyectos, y como se gestionarán estas inevitables interrupciones. Para incluir un nuevo proyecto se debe pensar en la forma en la que este nuevo proyecto impactara al recurso crítico y cual será su prioridad con respecto a los proyectos anteriormente planificados.

4.4.5 ETAPA 4: EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS

En la evaluación de los resultados se definirá si la metodología debería seguirse aplicando en el departamento. En caso de que la metodología sea aceptada, entonces permitirá definir cuales mejoras deben aplicarse al proceso, que cambios permitirían un mejor funcionamiento, evaluar si es ventajoso utilizar alguna metodología complementaria como el six-sigma, utilizar mejores herramientas de software, etc.

4.5. PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

Para mejorar la gestión de proyectos en el departamento de I&D de la compañía en estudio es necesario enfocarse, en los siguientes puntos:

1. Organización del personal responsable de las áreas y las líneas de proyectos, en función de metodologías para la gerencia de proyectos.
2. Contratación del personal de soporte para la gestión de proyectos, organizado en una oficina de gestión de proyectos y
3. Establecer desde la gerencia general y en conjunto con la gerencia del departamento objetivos estratégicos con prioridades claras.

La implantación de una oficina de proyectos en el departamento permitirá:

- Gestionar el portafolio, soportado por equipo de proyectos ejecutivo. Los líderes de proyectos y todos los miembros del equipo podrán soportarse en la PMO para validar lineamientos y asegurar sus decisiones.
- Generar una base de información común donde se concentra tanto el estatus de los proyectos, como los lineamientos estratégicos.
- Mejorar la operatividad del departamento, construyendo conocimiento y habilidades en la gestión del portafolio y los cambios o ajustes al mismo.
- Realizar seguimiento, reportar, analizar y mejorar la ejecución del portafolio de proyectos y las actividades de los proyectos, mientras les provee data estratégica y táctica.
- Sustituir los deficientes procesos de gestión de proyectos con normas y mejores prácticas en herramientas, métodos y procesos, creando un lenguaje común.
- Gestionar el valor de la gerencia de proyectos, mediante entrenamiento y desarrollo de esta habilidad.
- Utilizar herramientas para ayudar a la gestión del tiempo y documentar procedimientos.
- Mejora de la comunicación interna y con otros departamentos.

En las PMO se pueden tener diferentes orientaciones y configuraciones; que dependen de las necesidades y el nivel de madurez de la organización donde se pretende implantar.

Estas orientaciones van desde una estructura compartida que concentre, procese y analice toda la información de los proyectos, sin influir directamente en ellos; hasta aquella que gestiona los proyectos, administra los recursos y define los objetivos.

La primera es llamada por algunos autores depósitos de proyectos, se utiliza como fuente de metodologías de gestión, la empresa debe tener un grupo de herramientas; este tipo de oficina de proyecto se asocia con una estructura descentralizada y su principal problema es la dificultad para alinear con los objetivos estratégicos, algunos autores la han llamado la oficina meteorológica (ya que aunque avisa y pronostica, no tiene ningún tipo de control).

Luego se tiene el modelo consultivo también conocido como torre de control (en los aeropuertos), en este caso se tiene parcial control sobre los proyectos. Las principales funciones establecen la metodología, coordina la comunicación con las áreas y se acerca a las estrategias de la organización.

Para finalizar la oficina de proyectos empresarial o pool de recursos, la cual tiene control total sobre los proyectos y los recursos, este modelo toma las estrategias del negocio y las implanta, ya que está involucrada directamente con la gestión del portafolio; es decir, prioriza, planifica, controla, gestionando la calidad y los riesgos del proyecto.

En el departamento de Investigación y desarrollo bajo estudio, el modelo de oficina de proyectos a gestión que se recomienda es la oficina de proyectos clasificada como empresarial o pool de recursos.

El proceso de implantación debe ser gradual, así que se debería comenzar por una torre de control, que madure hacia una oficina tipo pool de recursos, que permita centralizar los proyectos.

Foco de PMO	Foco para la organización	Proyectos multifuncionales	Proyectos grandes y funcionales	Proyectos medios y funcionales
Informes de Acompañamiento de Indicadores	Estación Meteorológica			
Control de Proyectos y gestión de Conocimiento en GP	Torre de Control			
Gerencia y aplicación de recursos	Pool de Recursos			

Figura Nro.4.48. Modelos de PMO según la adaptación de Casey & Peck (2000)

La Torre de Control permite establecer la metodología de gerencia de proyectos, incluyendo gerencia de riesgo, definición de roles y responsabilidades, comunicación, gestión de objetivos, lecciones aprendidas y herramientas. Siendo a la vez responsable por la consultoría interna, en el sentido de garantizar que la metodología será seguida, y por la constante mejora en los procesos.

La oficina de proyectos tendría como funciones, adicional a establecer y velar por es establecer una metodología de proyectos, en este caso según los principios de PMI:

1. Prioriza los proyectos de acuerdo a los objetivos estratégicos de la compañía
2. Coordina las expectativas de la Junta Directiva con los recursos del departamento.
3. Establece las tácticas para resolver los problemas en los proyectos
4. Distribuye los roles y las responsabilidades.
5. Gestiona los riesgos en los proyectos
6. Es la interfaz entre el departamento y el resto de la organización

7. Elabora planes de gestión: tiempo, costo, calidad, alcance, comunicación, recursos
8. Identifica y presenta los indicadores del departamento
9. Evalúa y revisa la estrategia de provisión: objetivos, direcciones políticas, procedimientos, arbitraje, gestión del término de la relación.
10. Crea y coordina las actividades que permiten el trabajo en equipo
11. Supervisa, sigue y asesora los planes, métricas, estándares y metodologías.
12. Identifica e implanta las mejores prácticas en la gestión de proyectos.
13. Es la estructura que brinda soporte a los líderes de proyectos
14. Proporciona el soporte y la ayuda a la definición de proyectos y sus implicaciones en el alcance
15. Gestiona el cambio del departamento, cuando este es requerido
16. Diseña mecanismos de mejora continua
17. Es responsable de la calidad de los productos y procesos
18. Coordina la comunicación

La oficina de proyectos tiene como su principal función administrar la prioridad los proyectos según los objetivos estratégicos de la organización, de acuerdo a los recursos existentes. En este momento la oficina de proyectos debe desarrollar los proyectos activos de cada uno de sus programas (internamente llamados líneas de proyectos), los proyectos que no pertenecen a ningún programa pero son los que mejoran el ambiente y permiten la operatividad, agrupándolos en: implantación y mejoras de procesos, cambios en la infraestructura, RRHH y la formación de una nueva área funcional y el crecimiento de las otras. Uno de los gráficos que mejor refleja la funcionalidad de una PMO, es el siguiente Adaptado de Bernstein, S.

(2000), ya que refleja las relaciones entre las metodologías, el resto de la organización, los proyectos, y la oficina de proyectos.

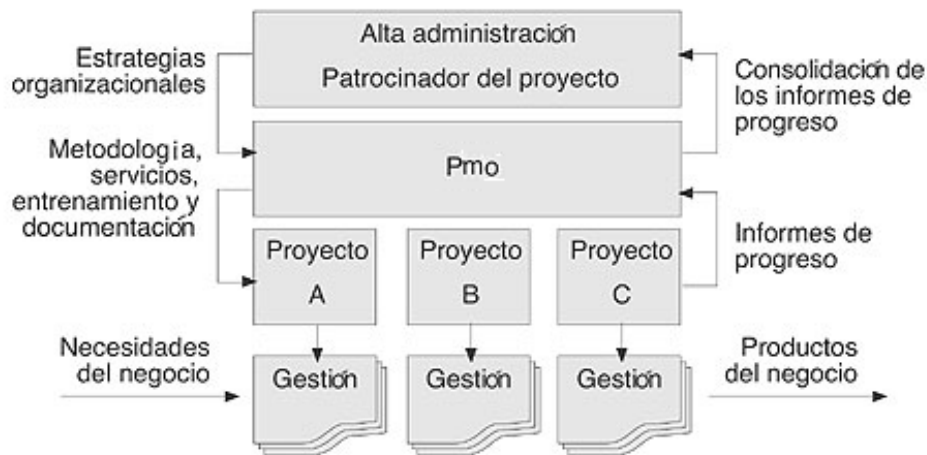


Figura Nro.4.49. Visualización de las interacciones de las PMO según la adaptación de Bernstein (2000)

La gerencia de portafolio tiene una serie de procesos (OPM3) asociada con la aplicación de cadena crítica, resulta la gestión de los proyectos y los recursos de manera efectiva. Como se ha mencionado con anterioridad la oficina de proyectos se encarga de la gestión del portafolio, por lo tanto debe:

- Establecer la prioridad de los proyectos basados en las metas estratégicas de la organización.
- Mantener la continuidad de la operatividad

Si se observa de manera operativa, la gestión de portafolio comienza con la priorización y selección de los proyectos, evaluación de los proyectos seleccionados, escala de los valores y beneficios de los proyectos, establecer el portafolio y coordinar y ajustar en la ejecución. Con respecto a los programas, la oficina de proyecto debe continuar con los cuatro programas fundamentales para los cuales se están desarrollando proyectos específicos, como:

- **Atención al cliente:**

En función de este pilar se está desarrollando el departamento de mercadeo y estrategias para captar las verdaderas necesidades del cliente.

- **Desarrollo Tecnológico:**

El departamento de Investigación y desarrollo esta incrementando las capacidades del personal, inversión en instrumentación tecnológica de punta y el desarrollo de procesos tanto para el desarrollo de nuevos productos como de gestión.

- **Penetración del mercado extranjero:**

Se han estado desarrollando tanto programas de certificación de los productos como estudios de mercadeo en varios países para iniciar la exportación de los productos.

- **El Recurso Humano:**

El objetivo principal es que la empresa crezca a la medida en la crece y se desarrolla su personal. Los proyectos en esta área van desde la generación de las matrices de evaluación del personal, los planes de crecimiento y los planes de beneficios para el personal.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para concretar se hace necesario revisar y analizar los entregables asociados a los objetivos específicos, que permiten cumplir con el objetivo general:

- **Evaluación de la situación de los procesos de planificación y control para el segundo semestre de. 2.006 y los cambios sugeridos para aplicar la herramienta en el departamento de Investigación y Desarrollo:** La evaluación de la situación determinó que el departamento es débil en la gestión de proyectos, se resaltan conductas como: La sensación de que los proyectos están siendo ejecutados de manera errónea, pocos casos de gestión exitosa de proyectos, líderes de proyectos que se frustran a menudo, carencia de mejoras continuas en las metodologías de la gestión de proyectos y la percepción de la gestión de proyectos más como una carga que como un facilitador. Para mejorar la gestión de proyectos en el departamento de Investigación y Desarrollo se planteó: la organización del personal responsable de las áreas y las líneas de proyectos, en función de metodologías para la gerencia de proyectos; contratación del personal de soporte para la gestión de proyectos, organizado en una oficina de gestión de proyectos y el establecimiento desde la gerencia del departamento y en conjunto con el personal responsable metodologías para la gerencia de proyectos, y darle seguimiento a las mismas.
- **Evaluación de los resultados de la prueba piloto de la teoría de restricciones y la cadena crítica en el área del laboratorio:** De los resultados de la prueba piloto se puede concluir que la implantación de la metodología de la cadena crítica en el departamento pudiera ser exitosa, ya que el caso bajo estudio culminó

dentro del tiempo de la holgura del proyecto y antes del tiempo inicial estimado para el proyecto.

- **Definición del plan de implantación para la aplicación de la herramienta en el departamento de Investigación y Desarrollo:** Se definió un plan de implantación del modelo el cual se basó en el modelo establecido por Larry Leach (2004), el cual tiene los siguientes principios, como se explicó en capítulos anteriores: respaldo de la organización, plan de trabajo, herramientas y procedimientos, planes de la cadena crítica y cambio cultural.



Figura Nro. 5.1. Dibujo referencial del Modelo de Larry Leach para la implantación de la cadena crítica (Ramírez, 2008)

5.1. EVALUACION SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA METOLOGIA.

Objetivo Especifico 1															
Actualizar el diagnóstico de la situación para el último semestre del año 2.006 del departamento de Investigación y Desarrollo, con respecto a sus mecanismos de planificación y control, revisando el análisis de la situación del 2.005 elaborado en el trabajo especial de grado para optar al título de especialista elaborado por la autora.															
Variable	Dimensión	Indicador	Resultado												
Procesos de Planificación y control	Esta variable se define como la capacidad de organizar las actividades desde el punto de vista del ejecutor.	Posición del departamento en las diferentes evaluaciones realizadas por el panel de expertos	42% en promedio												
Objetivo Especifico 2															
Analizar los mecanismos para la aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento de Investigación y Desarrollo.															
Variable	Dimensión	Indicador	Resultado												
Planificación	Define los cambios necesarios en el modelo tradicional de planificar, para adaptarlos a las herramientas	Revisión teórica del método de planificación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones	Reducción del 30% del tiempo si se considera la holgura Reducción del 37% del tiempo si no se considera la holgura												
Objetivo Especifico 3															
Implantar la metodología en el área piloto del Laboratorio, lugar donde el autor cuenta con la observación directa pertinente por ser el supervisor de la misma.															
Variable	Dimensión	Indicador	Resultado												
Planificación y control	Determinar el cumplimiento de las actividades de acuerdo a la planificación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones.	Performance buffer index (PBI)	<table><tr><th>Evaluación</th><th>PBI</th></tr><tr><td>15/09/06</td><td>0.15</td></tr><tr><td>29/09/06</td><td>-0.33</td></tr><tr><td>13/10/06</td><td>0.41</td></tr><tr><td>27/10/06</td><td>-0.63</td></tr><tr><td>02/11/06</td><td>-0.60</td></tr></table>	Evaluación	PBI	15/09/06	0.15	29/09/06	-0.33	13/10/06	0.41	27/10/06	-0.63	02/11/06	-0.60
Evaluación	PBI														
15/09/06	0.15														
29/09/06	-0.33														
13/10/06	0.41														
27/10/06	-0.63														
02/11/06	-0.60														
Objetivo Especifico 4															
Evaluar la factibilidad de la aplicación de esta metodología en el departamento de Investigación y Desarrollo para el manejo de los recursos.															
Variable	Dimensión	Indicador	Resultado												
Planificación	Esta variable define si es factible aplicar la metodología de planificación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento de I&D.	% de reducción del tiempo de ejecución con respecto a la planificación inicial, en la prueba piloto Plan para la implantación de la metodología en el departamento	36% de reducción con respecto al estimado original, ya que el proyecto finalizó dentro de la holgura El plan de implantación toma 12 meses												

Tabla Nro 5.1. Resultado según la metodología de los objetivo específicos (Ramírez, 2008)

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Se puede afirmar con las bases cualitativas y cuantitativas utilizadas en la prueba piloto que la metodología de planificación y control basada en la cadena crítica y la teoría de las restricciones, mejorará la gestión de los recursos compartidos en este departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa de desarrollo tecnológico bajo estudio.

Durante el desarrollo de la investigación se obtuvieron los siguientes entregables, los que permiten verificar de manera objetiva el éxito de la misma:

- Diagnóstico de la situación actual del departamento de Investigación y Desarrollo, con respecto a sus mecanismos de planificación y control
- Análisis de los mecanismos para la aplicación de la metodología
- Prueba piloto.
- Plan de implantación para el departamento de investigación y desarrollo.

El primer objetivo consistió en actualizar el diagnóstico de la situación para el último semestre del 2.006 del departamento de Investigación y Desarrollo, con respecto a sus mecanismos de planificación y control, en relación a un análisis realizado por la autora en el 2.005. Para ejecutarlo se procedió a realizar una serie de reuniones con un panel de expertos utilizando técnicas como la tormenta de ideas y la espina de pescado. Como conclusión de estas reuniones se estableció que el departamento debe evolucionar en sus mecanismos de planificación y control, y que la implantación de la cadena crítica pudiera ser exitosa aunque tendrá como barrera la resistencia al cambio.

El segundo objetivo consistía en el análisis de los mecanismos para la aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento de Investigación y

Desarrollo, para esto se realizó la revisión bibliografía del tópico y la definición de procedimientos genéricos para la aplicación de la metodología tanto para un proyecto, como para múltiples proyectos (gestión del portafolio).

Para obtener el tercer objetivo de implantar la metodología en el aérea piloto del laboratorio, se invirtió una gran cantidad de tiempo, tanto en la planeación, ejecución, seguimiento y cierre. Este objetivo se cataloga como el más nutritivo nivel personal, ya que represento, de manera exitosa, la experiencia de llevar una teoría gerencial a la práctica.

Finalmente el cuarto objetivo clasificado como el que le agrega valor a la organización, consistió en evaluar la factibilidad de la aplicación de esta metodología en el departamento de Investigación y Desarrollo para el manejo de los recursos. Después de la experiencia práctica se determinó que los tiempos de ejecución de los proyectos pueden ser iguales al estimado, y en el mejor de los casos estos tiempos pueden reducirse.

Esta investigación fue ampliamente valorada por la organización por estar alineados con los ejes e fortalecimiento estratégicos, que en este momento se trabajan, especialmente los ejes procesos y proyectos.

En los niveles de madurez del CMM la empresa puede clasificarse en la mayoría de sus procesos en el primer nivel, es decir se cataloga como una organización inmadura en la cual no se han logrado implantar prácticas básicas de gestión de proyectos, estratégicamente la empresa necesita que todos sus procesos estén en los siguientes niveles: repetible, definido, gestionado, y en mejora permanente.

Esta herramienta a mediano plazo pudiera extrapolarse a las otras áreas de la organización donde seguramente permitirá disminuir los tiempos de ejecución de los procesos, especialmente los ejecutados repetitivamente en departamentos como producción o administración.

En resumen los objetivos planteados al inicio de esta investigación se cumplieron exitosamente, a continuación se presentan los cuadros que resumen los resultados:

TIPO DE OBJETIVO	DESCRIPCION	ESTADO
Especifico 1	Actualizar el diagnóstico de la situación para el último semestre del año 2.006 del departamento de Investigación y Desarrollo, con respecto a sus mecanismos de planificación y control, revisando el análisis de la situación del 2.005 elaborado en el trabajo especial de grado para optar al título de especialista elaborado por la autora.	Cumplido 100%
Especifico 2	Analizar los mecanismos para la aplicación de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en el departamento de Investigación y Desarrollo.	Cumplido 100%
Especifico 3	Implantar la metodología en el área piloto del Laboratorio, lugar donde el autor cuenta con la observación directa pertinente por ser el supervisor de la misma.	Cumplido 100%
Especifico 4	Evaluar la factibilidad de la aplicación de esta metodología en el departamento de Investigación y Desarrollo para el manejo de los recursos.	Cumplido 100%

Tabla Nro 6.1. Estado de los objetivos específicos del trabajo de investigación

TIPO DE OBJETIVO	DESCRIPCION	ESTADO
General	Evaluar la metodología de planificación y control basada en la cadena crítica y la teoría de las restricciones, para la planificación y el control del tiempo de los recursos compartidos en una gestión de múltiples proyectos, en el departamento de Investigación y Desarrollo de una empresa de desarrollo tecnológico.	Cumplido 100%

Tabla Nro 6.2. Estado del objetivo general del trabajo de investigación

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De esta investigación se concluye que es posible la implantación del modelo de planificación y control de proyectos basado en la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en un departamento de investigación y desarrollo de la empresa de desarrollo tecnológico bajo estudio. Esta afirmación se basa en la evaluación de la situación de los procesos de planificación, la adecuación de la metodología a las características culturales del país, en la prueba piloto y su posterior análisis.

La implantación de la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones requieren el compromiso de toda la organización, por esta razón el proceso de inducción a la metodología debe ser cuidadoso y detallado, donde se invierta una gran cantidad de tiempo en incrementar el nivel de compromiso de todos los involucrados.

En la gerencia de proyecto de organizaciones con estructuras matriciales con ambientes de múltiples proyectos, la implantación de la cadena crítica es una herramienta recomendada, pero se debe tener excesivo cuidado al establecer las prioridades y dar seguimiento a las actividades, ya que esto implica intervenir en otros procesos.

Establecer las diferentes holguras del plan, este debe ser un trabajo de la persona encargada del proyecto en colaboración con los coordinadores de las áreas de trabajo. Podría decirse que la holgura de los recursos críticos debe ser definida por las áreas, mientras la holgura del proyecto debe ser definida por el líder de proyecto y la holgura de los alimentadores de la cadena crítica debería definirse en conjunto.

Al implantar la metodología de la cadena crítica, se obtienen mejoras que facilitan la gestión del portafolio de proyecto, entre ellas se tienen:

- Planificaciones realistas que se cumplen.
- Conocimiento preciso del impacto de la aceptación de un nuevo proyecto.
- Planificación objetiva del inicio o lanzamiento de nuevos proyectos.
- Conocimiento de forma permanente del estado de los proyectos y no cuando se ha incumplido o finalizado.
- Priorización clara en la asignación de tareas, los recursos, tanto en un proyecto como en situaciones de múltiples proyectos.

En la gerencia de proyectos tecnológicos de esta organización bajo estudio, antes de implantar la cadena crítica y la teoría de las restricciones, se recomienda:

- Realizar una prueba que involucre a todas las áreas del departamento, para validar si efectivamente la metodología puede ser implantada en el departamento, con la participación de al menos un treinta por ciento de los proyectos en ejecución.
- Realizar evaluaciones periódicas en la implantación de teoría de las restricciones las cuales permitan y estimulen la mejora continua de los procesos de planificación y control.
- Diseñar los procesos de control para la metodología adaptados a los procesos de planificación y al proceso de diseño de nuevos productos del departamento bajo estudio.
- Mejorar la comunicación de la planificación estratégica a los involucrados en el proyecto.

Dada la evaluación en el nivel I de madurez en los procesos de planificación y control del área, se recomienda incrementar estos mediante actividades como: documentación de los procesos, implantación de las lecciones aprendidas, entre otras.

REFERENCIAS

8.1. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Ballestrini, M (2002). Como se elabora un proyecto de investigación. Caracas: BL Consultores Asociados.
- 2 Bascaran, E (2003). Evaluación del uso de la gerencia del tiempo en la gerencia de proyectos en Venezuela (Tesis de maestria en Gerencia de proyectos, Universidad Católica Andrés Bello).
- 3 Bastardo, M (2006). Selección de una metodología para la gerencia de proyectos de desarrollo de software (Tesis de Especialista en Gerencia de proyectos, Universidad Católica Andrés Bello).
- 4 Briceño, J., Colombo, C., y Zerpa, G. (2004). Guía de Planificación y Control del Tiempo. Actualización Sep. 2004. Caracas: UCAB.
- 5 Compañía Generación de Tecnología. (02/2004). Plan Estratégico 2004
- 6 Compañía Generación de Tecnología. (04/2005). Procesos en Investigación y Desarrollo
- 7 Charvat, L 2003 Project management methodologies: Selecting, implementing, and supporting methodologies y processes for projects. John wiley & sons
- 8 Del Rosario, Z., Peñalosa, S (2003). Guía para la elaboración formal de Reportes de Investigación. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

- 9 Fernández, A (2.008). Sesión educativa de Gerencia de proyectos - Goldratt schools. Consultado en 01,15, 07 en www.goldratt.com
- 10 Gibben, G (2003) EPO E-Book. PMP
- 11 Goldratt, E. (1990). Theory of Constraints. Great Barrington: The North River Press.
- 12 Goldratt, E. (1997). Crítical Chain. Great Barrington: The North River Press.
- 13 Goldratt, Eliyahu M. 1992. The Goal, 2nd Revised Edition, Great Barrington, MA: North River Press.
- 14 Hernández, R., Fernández., C., Baptista., P (2004). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- 15 Haugan, G. (2002). Project Planning and Scheduling. Virginia: Management Concepts Inc.
- 16 Larman 2004, Agile and iterative development: a manager's guide. Boston Pearson Educational
- 17 Leach, L (2.005). Eight Secrets to supercharge project performance. Boise, Idaho: Advanced Project Inc.
- 18 Lynch, B (2003). Crítical Chain Project Management: Coming to a radar screen near you. Cutter IT Journal. Consultado en Noviembre, 25 - 2005 en www.cutter.com.
- 19 Lynch, W (1998). Benefits of Crítical Chain Project Management. Consultado en <http://www.prochain.com/articles/WhatBenefitIsFaster.asp>. 14-05-

- 2005 / [www.prochain.com/proChain Solutions, Inc_ - Innovations In Project Scheduling & Management - Articles.htm](http://www.prochain.com/proChain%20Solutions,%20Inc_-_Innovations%20In%20Project%20Scheduling%20&%20Management%20-%20Articles.htm)
- 20 Macomber, H. (2002). Fool Me Once, Fool Me Twice. Consultado en Febrero 28,2005 en www.weblog.halmanomber.com.
 - 21 Manrique, M (2001). Cadena crítica: Un aporte de la teoría de las restricciones a las técnicas tradicionales de la gerencia de proyectos (Tesis de Especialista en Gerencia de proyectos, Universidad Católica Andrés Bello).
 - 22 Mochal, T. (2002). Fool me once, fool me twice. Consultado en Marzo 08, 2005 en www.tenstep.com
 - 23 Moreno, R. (2004). Cadena Crítica en proyectos de software. Consultado en 01, 15,05 en www.grouposp.com.
 - 24 Newbold, R (2004). Slopes Of Change. Consultado en 04, 14, 06 en <http://www.prochain.com/articles/SlopesOfChange.htm>.
 - 25 Páez, C. (2003) “Planificación y control del tiempo”. Montalbán. Caracas-Venezuela. Publicaciones UCAB.
 - 26 Palacios, E (2003). Principios esenciales para realizar proyectos. Un enfoque Latino. Caracas: Publicaciones UCAB.
 - 27 Project Management Institute, Inc (2004). Project Management Body of knowledge. Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
 - 28 Project Management Institute, Inc (2006). Draft Portfolio Management. Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
 - 29 Project Management Institute, Inc (2003). Organizational Project Management Maturity Model (OPM3). Newtown Square: Project

Management Institute, Inc.

- 30 Ramírez, L. (2005). Metodología para la planificar proyectos durante el desarrollo de nuevos productos en Generación de Tecnología (Trabajo especial para optar al grado de Especialista en Gerencia de Proyecto, Universidad Católica Andrés Bello).
- 31 Ramírez, L. (2006). Tormenta de Ideas y Diagrama Causa-Efecto para evaluar el proceso de planificación en I&D. (Recopilación de información para el trabajo de maestría para optar al título de magíster en Gerencia de Proyecto, Universidad Católica Andrés Bello).
- 32 Ramírez, L. (2006). Prueba piloto para la aplicación de la cadena critica y la teoría de las restricciones en el laboratorio (Planificación y seguimiento de la prueba piloto para el trabajo de maestría para optar al título de magíster en Gerencia de Proyecto, Universidad Católica Andrés Bello).
- 33 Reyes, L (2.008). TOC en PM, o la Teoría de las Restricciones de Goldratt en la Gerencia de Proyectos. Consultado en 04,06,08 en <http://ventadirecta.wordpress.com/> 17-03-2007 /gestión-de-operaciones-basada-en-toc/.
- 34 Rosenau, M (1996). The PDMA handbook of new product development. United States of American: John Willy & sons, Inc
- 35 TenStep Supplemental Paper (2002). Project Management Summary of Best Practices. Consultado en marzo 08, 2005 en www.tenstep.com.
- 36 TenStep Supplemental Paper (2003). A layman's Guide to earned value. TenStep Inc. Consultado en marzo 08, 2005 en www.tenstep.com.
- 37 TenStep (2003). TenStep Template Library (version 2002-2003).

[Plantillas]: Consultado en mayo 15, 2005 en www.tenstep.com.

- 38 Tobis M. y Tobis I. (2003). Gestión de Múltiples Proyectos. Madrid, España: Mc Graw Hill.
- 39 Velazco, J. Clases de Gerencia de Proyectos. Mar-Jul 2004
- 40 Velazco, J (2005). Guía Práctica para la elaboración del Trabajo especial de grado. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello
- 41 Velazo, J. (2.008). Líneas de investigación vigentes para maestría en Gerencia de proyectos (Universidad Católica Andrés Bello).
- 42 Wiegers, K (2005). Stop promising Miracles. Process Impact. Consultado en Junio 12, 2005 en www.processimpact.com
- 43 Yaber, G., Valarino, E. (2.007). Investigación Científica y aplicada en gerencia. Caracas: Apuntes de clase.
- 44 Zerpa, G., Clases de Planificación y Control del Tiempo. Sep-Dic, 2004.
- 45 (2004). Crítical Chain & Project Management the TOC Way.htm. Consultado en 04, 14, 06 en <http://www.focusedperformance.com/fsp.html>.

ANEXOS

9.1. GLOSARIO DE TERMINOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS

Actividad	El nivel mas bajo de una estructura detallada de trabajo; paquete de trabajo que forma el bloque básico de un plan de trabajo o red. Son las diferentes acciones que se desarrollan a lo largo de un proyecto. Esta tiene una durabilidad, un costo, y asignación de recursos. .
Actividad crítica	Cualquier actividad sobre la ruta crítica, se determina usando el método de la ruta crítica. Aunque algunas actividades son "críticas" en el sentido del diccionario sin estar sobre la ruta crítica, este sentido pocas veces se usa en el contexto del proyecto.
Alcance	Es el trabajo que tiene que ser hecho para entregar los resultados planteados. Se refiere a los requerimientos a satisfacer en el proyecto.
Análisis de Red	Proceso de identificar las fechas tempranas y tardías de comienzo y terminación para las actividades de un proyecto.
Autoridad	Es la habilidad de lograr que la demás gente actúe en base a tus decisiones. La autoridad se basa generalmente en la percepción de que una persona ha sido oficialmente autorizada para emitir órdenes (obligatorias).
Cadena crítica	Es la cadena mas larga de actividades dependientes, con consideraciones explícitas de los recursos disponibles, para alcanzar la meta del proyecto.
Carta de inicialización del proyecto	Es el documento que autoriza de manera formal la realización de un proyecto otorgando a las personas involucradas la responsabilidad y la autoridad que necesitas. En el se incluyen las expectativas del proyecto, el alcance, los recursos etc.

Cambio de alcance	Es la documentación que establece el cambio de alcance u otros aspectos del plan.
Ciclo de Vida del Proyecto.	Es la sucesión de etapas o fases que componen proyecto
Cierre administrativo	Consiste en generar, recoger, y diseminar la información del proyecto para formalizar la terminación de este.
Cliente	Persona u organización que es el principal beneficiario del proyecto. Generalmente el cliente tiene una autoridad significativa con respecto a la definición del alcance y si el proyecto debe ser iniciado y/o continuado.
Control	Es la etapa de la gerencia encargada de evaluar el desempeño real y compararlo con el plan estratégico planteado.
Crashing	Técnica que permite reducir la duración total del proyecto después de analizar un número de alternativas para determinar como conseguir la máxima reducción de la duración por el mínimo costo.
Cuantificación de riesgo	Consiste en evaluar la probabilidad de la ocurrencia de eventos de riesgo y sus efectos.
Curva-S	Muestra gráfica de acumulados de costos, horas hombre, u otras cantidades, graficadas contra tiempo. El nombre se deriva de forma de "S" de la curva producida en un proyecto que comienza lentamente, se acelera, y luego decae.
Cuello de botella	Es la actividad que limita o retrasa la capacidad del proceso.
Crítical Chain Project Management	Es una metodología de gestión de proyectos que integra el camino critico con la gerencia del tiempo con los elementos del instituto de gerencia de proyectos
Camino Critico	Es la cadena de actividades dependientes en un proyecto, sin tomar en cuenta las restricciones de recursos.
Desarrollo del Plan de Proyecto.	Es tomar los resultados de los otros procesos de planeación y colocarlos un solo documento consistente y coherente.
Descripción de Actividad	Frase breve que se usa en un diagrama de red de proyecto. La descripción de actividad describe también el alcance de la actividad.

Diagrama de Pareto	Histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia, que muestra cuantos resultados fueron generados por cada causa identificable.
Diagrama de red del proyecto.	Cualquier representación esquemática de las relaciones lógicas de las actividades del proyecto. Siempre se dibuja de izquierda a derecha para reflejar de manera correcta la cronología del proyecto. Muchas veces se le conoce de forma inapropiada como "gráfica PERT".
Duración	Es el tiempo de trabajo (sin incluir días festivos u otros periodos de no trabajo) que se requieren para completar una actividad u otro elemento del proyecto. Se expresa generalmente días, semanas, meses etc.
Entregable	Cualquier cosa o documento producido como el resultado de un proyecto o cualquier parte de un proyecto. El proyecto entregable se distingue de los entregables parciales que resultan de actividades dentro del proyecto. Un entregable debe ser tangible y comprobable. Cada elemento del WBS debe tener unos o más.
Equipo de Proyecto	Son las personas que participan activamente en un proyecto, cada uno con responsabilidades específicas y están dirigidos de manera directa o indirecta por el administrador del proyecto.
Equipo funcional	Una unidad de organización que realiza una función especializada del negocio (diseño, gerencia de recurso humano, etc.) y puede proporcionar el personal, productos o servicios a un proyecto.
Eventos dependientes	Eventos en los cuales la salida de un evento influencia y es la entrada de otro.
Esfuerzo	Es el número de unidades de trabajo requeridas para completar una actividad u otro elemento de proyecto. Usualmente se expresa en horas de staff u horas hombre, días de staff, o semanas de staff. No se debe confundir con duración.
Estimación.	Es el resultado probable calculado, que regularmente se aplica a cuestiones cuantitativas como costos y lapsos de tiempo. Es el cálculo de la duración, del esfuerzo y/o costo requerido para completar una tarea o un proyecto.

Estructura detallada de trabajo	Agrupamiento orientado a entregables de componentes, que organiza y define el alcance total del proyecto. El trabajo que no esté considerado en el WBS se considera fuera del alcance del proyecto. Cada elemento en el WBS generalmente es asignado a un identificador único. Este identificador puede proveer una estructura para la sumatoria jerárquica de recursos de costos. Debe de usarse para verificar el trabajo del proyecto.
Fases del Proyecto.	Es una serie de actividades subsecuentes que generalmente son realizadas para un fin que es el objetivo principal del proyecto.
Fast Tracking.	Técnica para reducir la duración del proyecto al hacer actividades en paralelo que regularmente se harían en secuencia. Tiene que ver con la relación lógica fin – inicio, ya que recomienza una actividad sin que se haya terminado la anterior.
Fecha de Comienzo	Es un punto en el tiempo asociado con el comienzo de una actividad, este puede ser planeado, programado, temprano, tardío etc.
Fecha de Comienzo Tardía	Punto en el tiempo, en el método de la ruta crítica, más tardío posible en que una actividad puede comenzar sin causar un retraso en un la fecha de terminación del proyecto.
Fecha de Comienzo Temprana	Dentro de la ruta crítica del proyecto, es un punto en el tiempo en el que de manera temprana puede iniciar una actividad, tarea o subproyecto con base en la lógica de la red y considerando cualquier restricción de la programación. Las fechas de comienzo tempranas pueden cambiar en la medida que el proyecto avanza y sufre o se realizan cambios al plan del proyecto.
Fecha de Terminación	Punto en el tiempo asociado con la terminación de una actividad. Puede ser: real, planeado, programado, temprano, tardío.
Fecha de Terminación Temprana	Punto en el tiempo, en el método de la ruta crítica, en el que las porciones sin terminar de una actividad se pueden terminar basadas en la lógica de la red y en cualquier restricción de la programación.
Gerencia de	Es la actividad derivada de la gerencia de proyectos, donde se

Calidad del Proyecto	realizan los procesos necesarios para llevar a cabo el proceso de manera satisfactoria, es decir que cumpla con los objetivos para los que fue creado. Consiste llevar a cabo un control de calidad eficiente y efectivo.
Gerencia de la Comunicación del Proyecto	Parte de la gerencia de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar la adecuada diseminación de la información en el proyecto. Esta consiste de planeación de las comunicaciones, distribución de la información, reportes de desempeño etc.
Gerencia de la Integración del Proyecto	Es una parte de la gerencia de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que los elementos varios del proyecto están adecuadamente coordinados. Y consiste de desarrollo del plan del proyecto, ejecución del plan de proyecto, y control de cambios general.
Gerencia del Tiempo del Proyecto	Parte de la gerencia de proyectos que se basa en los procesos requeridos para una terminación oportuna del proyecto. Consiste en la definición, secuencia, estimación de duración de actividades, desarrollo y control de la programación
Gerencia de Proyectos	Es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de recursos para lograr objetivos, que se plantean desde un principio por los involucrados en el proyecto.
Gerencia de Riesgo del Proyecto	Es una parte de la gerencia de proyectos que se encarga de identificar, analizar, y reaccionar al riesgo del proyecto. Consiste en la identificación de riesgo, cuantificación y valoración del riesgo, respuesta al riesgo, y control de respuesta al riesgo.
Gerencia del Tiempo del Proyecto	Actividades de la gerencia de proyectos que incluye los procesos que se requieren para la oportuna terminación del proyecto. Y consiste de definición de actividades, secuencia de actividades, estimación de duración de actividades, desarrollo de la programación, y control de la programación
Gerencia de Costos del Proyecto	Es la actividad derivada de la gerencia de proyectos, donde se realizan los procesos necesarios para llevar a cabo el proceso dentro del presupuesto contemplado para el. Esta consiste de planeación de recursos, estimación de costos, presupuesto de costos, y control de costos

Gerente de proyecto	La persona responsable y responsable de manejar el planeamiento y el funcionamiento de un proyecto.
Holgura	Son protecciones de tiempo y costo que permiten proteger el cronograma, los días de entrega o los estimados de costos sobre un proyecto. Cantidad de tiempo que una actividad puede retrasarse desde su comienzo temprano sin atrasar la fecha de terminación del proyecto. La holgura puede cambiar a medida que el proyecto progresa y se efectúan cambios al plan del proyecto. También se le conoce como "slack".
Holgura de los costos	La contingencia o reserva agregada al proyecto en los estimados para crear la línea base del proyecto.
Holgura de las rutas alimentadoras de la cadena crítica	Es la holgura en tiempo que se coloca al final de una actividad del proyecto con la cual se alimenta la cadena crítica.
Holgura de la cadena crítica	Es la holgura en tiempo que se coloca al final de la cadena una actividad del proyecto con la cual se alimenta la cadena crítica.
Holgura del recurso critico	Es una holgura asociada a la cadena crítica cuyo objeto es reducir el retraso para trabajar sobre las actividades de la misma. La idea original de esta holgura es prevenir o alertar a los recursos sobre las tareas de la cadena crítica que están por venir.
Holgura del proyecto	Es la holgura de tiempo que se coloca al final de la cadena crítica del proyecto, para proteger el cronograma del proyecto.
Holgura Total	Cantidad de tiempo que una actividad se puede retrasar desde su comienzo temprano sin atrasar la fecha de terminación del proyecto.
Hitos	Eventos significativos o de trascendencia en el proyecto, generalmente la terminación de un entregable principal del proyecto.
Iniciación	Comprometer la organización a comenzar una fase de proyecto.
Matriz de Asignación de	Estructura que relaciona la organización a la estructura de desglose de trabajo para ayudar a asegurar que cada elemento de trabajo del alcance del proyecto sea asignado a un

Responsabilidades	elemento del equipo de proyecto.
Método de la Ruta Crítica	Técnica de análisis de red usada para predecir la duración del proyecto, en ella se analiza la secuencia de actividades para determinar cual de ellas tienen la menor cantidad de holgura. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica
Ley de Parkinson	El trabajo se expande tanto que llena el tiempo disponible para la fecha de entrega. "Work expands so as to fill the time available for its completion." Parkinson, C. (1957). Parkinson's Law. Cutchogue, NY; Buccaneer Books
Meta	Es el propósito para la existencia del proyecto.
Nivelación de recursos	Ajustes al plan de proyecto para que la demanda de recurso no exceda los recursos disponibles
Nodo	Es uno de los puntos de definición de una red; un punto de cruce conectado a algunas o todas de las otras líneas de dependencia. Véase también método de diagramación de flechas y método de diagramación de precedencias.
Objetivo	Un objetivo es algo que debe ser alcanzado. En la gerencia de proyecto, los objetivos son los resultados deseados del proyecto o de cualquier parte del proyecto, en términos de entregables concretos y resultados (servicio mejorado, más dinero, etc.). Este debe ser medible y alcanzable.
Organización Funcional.	Es aquella organización en la que los colaboradores están agrupados de manera jerárquica por especialidad o departamentos (producción, gerencia, recursos humanos etc.)
Organización Matricial	Es la organización donde el administrador de proyectos comparte funciones y compromisos con otros administradores para la asignación de obligaciones y prioridades.
Paquete de Trabajo	Entrega al nivel más bajo de la estructura de desglose de trabajo. Se puede dividir en actividades.
Plan del Proyecto	Es un documento oficial, destinado a guiar a los involucrados en el proyecto en la realización, planeación y control del proyecto.
Plan de ejecución del proyecto	Es el plan para el proyecto, describiendo el alcance, presupuesto, cronograma, el equipo de proyecto, la lista de los

involucrados en el proyecto y el control del proyecto.

Planificación	El proceso de establecer y de definir el alcance de un proyecto, la manera en que el proyecto será realizado (los procedimientos y las tareas), los papeles y las responsabilidades, el tiempo y las valoraciones de costos.
Planificación de Recursos	Determinación, con base a las necesidades del proyecto, de los recursos (personas, equipo, materiales) que son necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto.
Prioridad	La prioridad de asignada a un proyecto es usada para determinar el acceso al recurso critico.
Programación del Proyecto	Fechas planeadas para la ejecución de actividades y el cumplimiento de hitos.
Project Management Body of Knowledge	Es el libro que recoge una descripción completa del sistema de gestión de proyectos según el Instituto de gestión de proyectos (Project Management Institute)
Proyecto	Es un trabajo o esfuerzo que se ejecuta una sola vez y que persigue un fin específico, y tiene como característica principal producir resultados únicos como un producto o un servicio.
Red de actividades	Una red conformada por dos o mas actividades con orden de precedencia
Relaciones Lógicas	Dependencia entre dos actividades de proyecto, o entre una actividad de proyecto y un hito. Estas pueden ser. Comienzo – comienzo, comienzo – fin, fin – comienzo y fin - fin.
Restricción	Es la limitación del sistema o del proyecto, en un proyecto puede ser la cadena crítica, en un sistema de múltiples proyecto puede ser un recurso.
Ruta Crítica	Son las actividades que determinan la terminación temprana del proyecto en un diagrama de red de proyecto, esta ruta se modifica durante el desarrollo del proyecto, depende del término de las actividades, este se calcula regularmente para todo el proyecto, sin embargo puede hacerse solo para una parte del proyecto.
Ruta de Red	Es cualquier serie continua de actividades conectadas en un diagrama de red de proyecto.

Síndrome del estudiante	La tendencia natural de la mayoría de la gente es esperar hasta que la fecha de finalización es cercana para aplicar toda la energía para completar la actividad
Stakeholder	Se refiere a quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa. Estos grupos o individuos son los interesados ("stakeholders"), deben ser considerados como un elemento esencial en la planeación estratégica de negocios.
Tarea	Actividad del proyecto que requiere un esfuerzo, recursos y genera un entregable. Se dice que el proyecto en sí, es una tarea muy grande ya que la tarea puede ser de cualquier tamaño.
Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos (PERT).	Tipo específico de diagrama de red de proyecto llamado diagrama PERT, consiste en un análisis de red orientada hacia eventos usada para estimar la duración de un proyecto cuando existe un grado de incertidumbre elevado dentro de los estimados individuales de las duraciones de las actividades. Emplea el método de la ruta crítica a un estimado de duración.
Verificación del alcance	Proceso para asegurarse de que todos los entregables del proyecto se terminarán satisfactoriamente. Esta relacionado directamente con la aceptación de los resultados del proyecto por el cliente.

9.2. ACRONIMOS UTILIZADOS EN ESTA INVESTIGACION

ACWP	Actual Cost of Work Performed (Costo Real de Trabajo Realizado)
AD	Activity Description (Descripción de Actividad)
AF	Actual Finish date (Fecha Real de Terminación)
AP	Arbol de prerequisites
ARA	Arbol de realidad actual
ARF	Arbol de realidad futura
AT	Arbol de transicion
BAC	Budget at Completion (Presupuesto al Terminar)
CCB	Change Control Board (Comité de Control de Cambios)
CPI	Cost Performance index (Índice de Desempeño de Costos)
CPM	Crítical Path Method (Método de la Ruta Crítica)
CCPM	Crítical Chain Project management – Cadena crítica en la gerencia de proyectos
CCPM	Crítical Chain Project management – Cadena crítica en la gerencia de proyectos
CMM	Maturity model
DD	Data Date (Fecha de Corte)
DU	Duration (Duración)
EAC	Estimate At Completion (Estimado al Terminar)
EDT	Estructura de detallada de Trabajo
EF	Early Finish date (fecha de Terminación Temprana)
ES	Early Start date (Fecha de Comienzo Temprana)
EV	Earned Value (Valor Ganado o devengado)
FS	Finish-to-Start (Comienzo – Fin)
GENTE	Generación de Tecnología
GP	Gerencia de proyectos
HW	Hardware
LF	Late Finish date (Fecha de Terminación Tardía)
I&D	Investigación y desarrollo

LAB	Laboratorio, área tecnológica del departamento de investigación y desarrollo encargada de ejecutar las pruebas a los productos diseñados.
MEC	Mecánica, área tecnológica del departamento de investigación y desarrollo encargada de diseñar las cajas
PBI	Project Buffer Index, Índice de proyectos que permite establecer el consumo de la holgura del proyecto
PCB	Printed Circuit board, área tecnológica del departamento de investigación y desarrollo encargada de diseñar los circuitos impresos.
PDNP	Proceso de desarrollo de nuevos productos
PERT	Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Revisión y Evaluación de Programas)
PM	Project Management
PMBOK	Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de Conocimientos de la Gerencia de Proyectos)
PMI	Project Management Institute
PMO	Project Management Office
RSN	Ramas de salvedades negativas
SW	Software, área tecnológica del departamento de investigación y desarrollo encargada de desarrollar el software de los productos
TOC	Theory of constraint o Teoría de las restricciones
QC	Quality Control (Control de Calidad)
RRHH	Recursos Humanos
UL	Underwrite Laboratories
WBS	Work Breakdown Structure (Estructura desglosada de Trabajo)

9.3. TORMENTA DE IDEAS DE LA SITUACION DE LOS PROCESOS DE PLANIFICACION Y CONTROL.

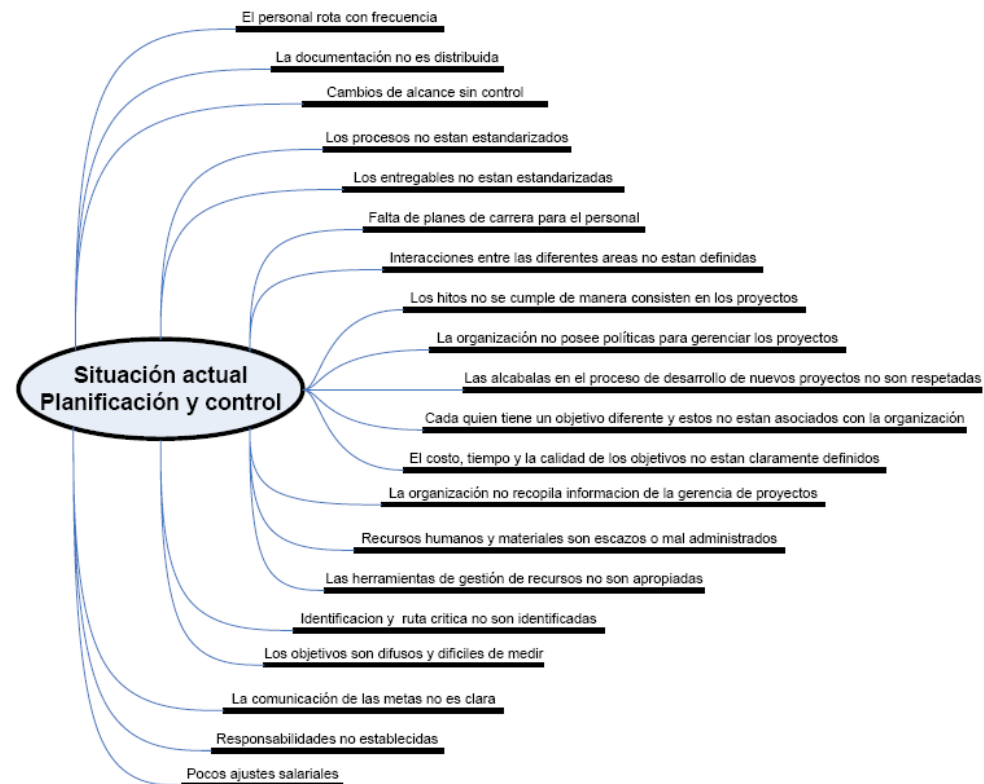


Figura Nro. 9.1.

Ideas's kill de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D (Ramírez, 2006)



Figura Nro. 9.2. Clasificación de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D (Ramírez, 2006)

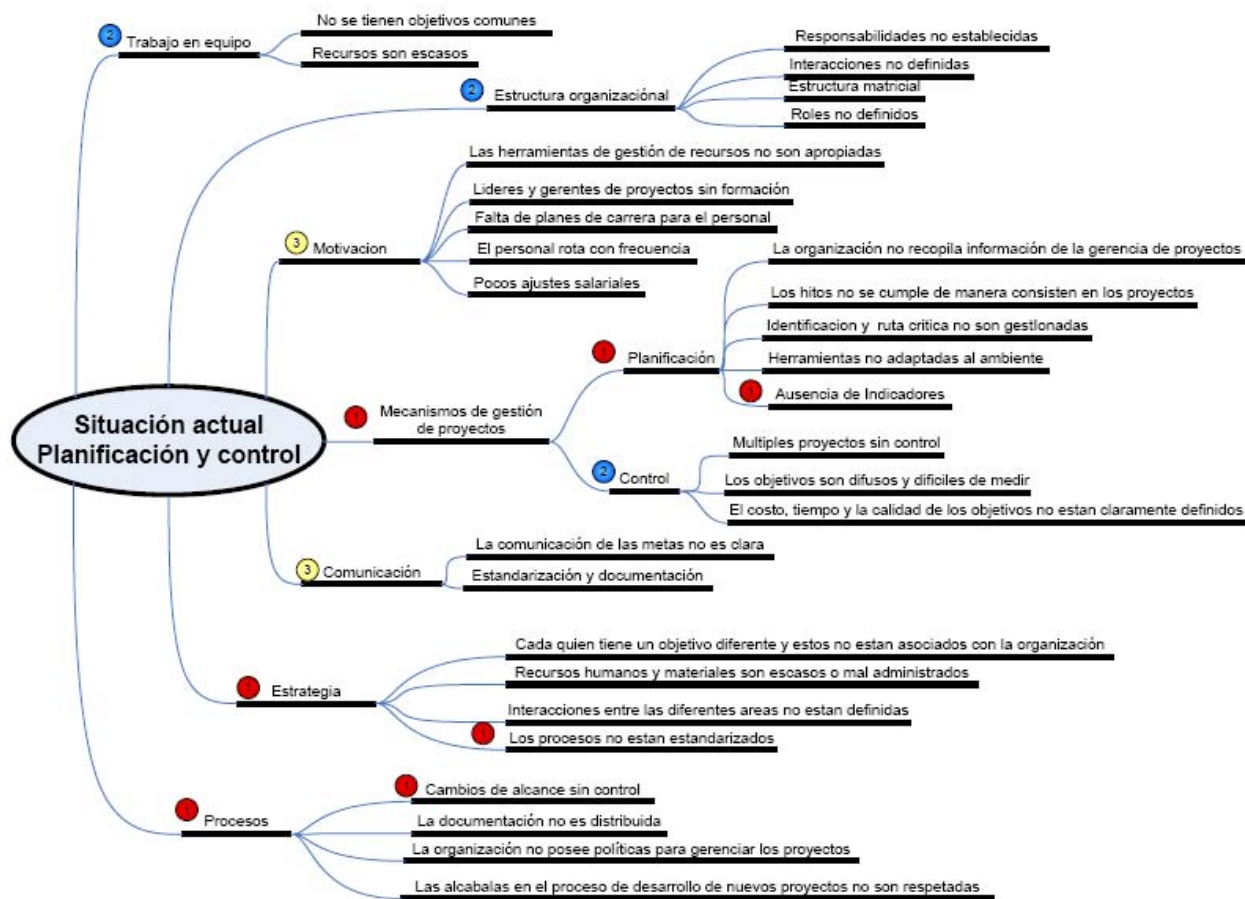


Figura Nro. 9.3. Selección de la tormenta de ideas para evaluar la situación del departamento de I&D

9.4. TORMENTA DE IDEAS DE LA CADENA CRÍTICA Y LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES

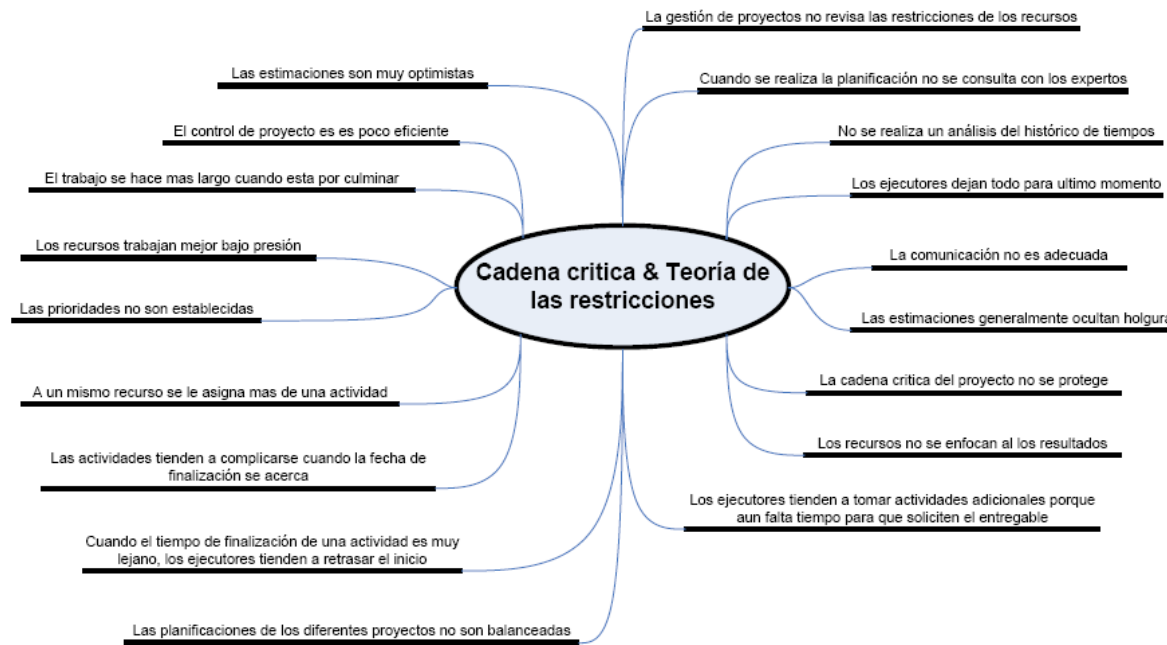


Figura Nro. 9.4. Ideas's kill de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC (Ramírez, 2006)

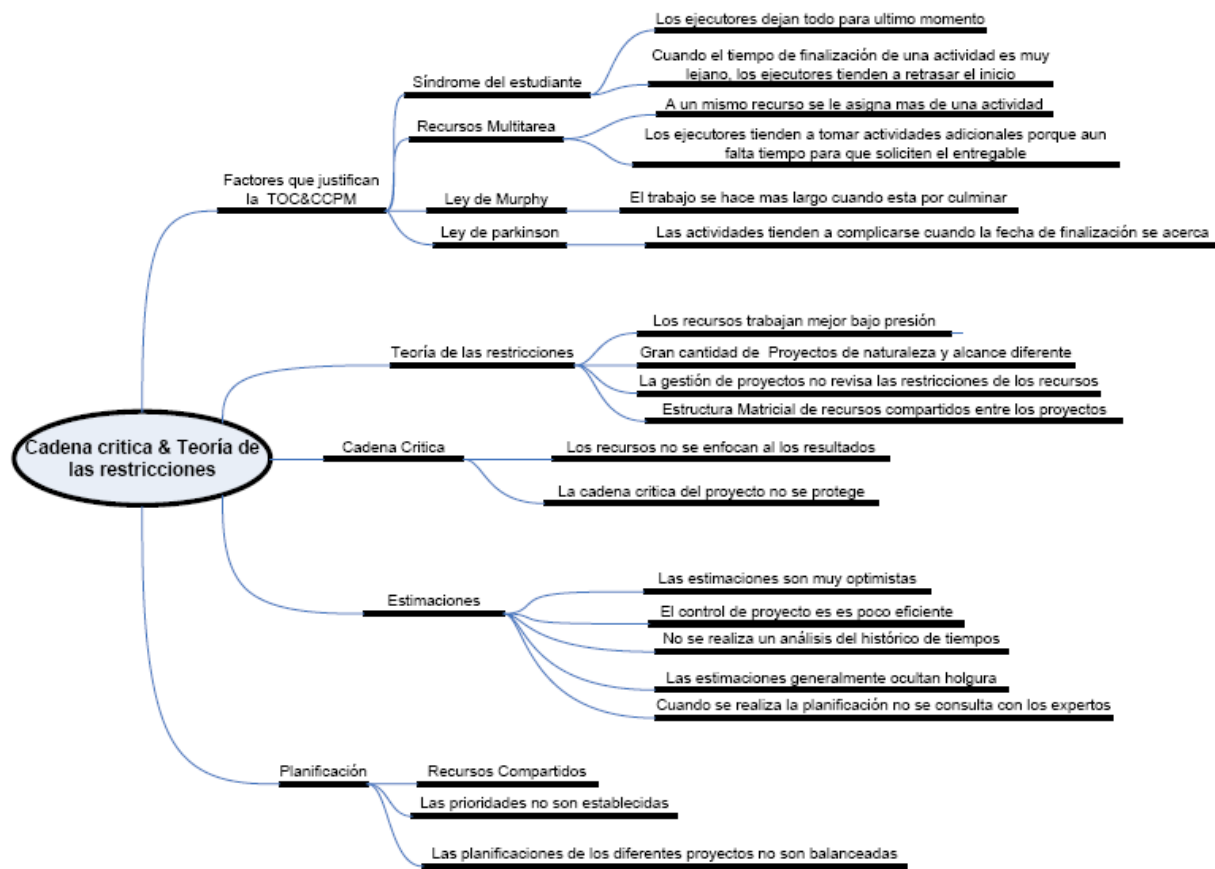


Figura Nro. 9.5. *Clasificación de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TO (Ramírez, 2006)C*

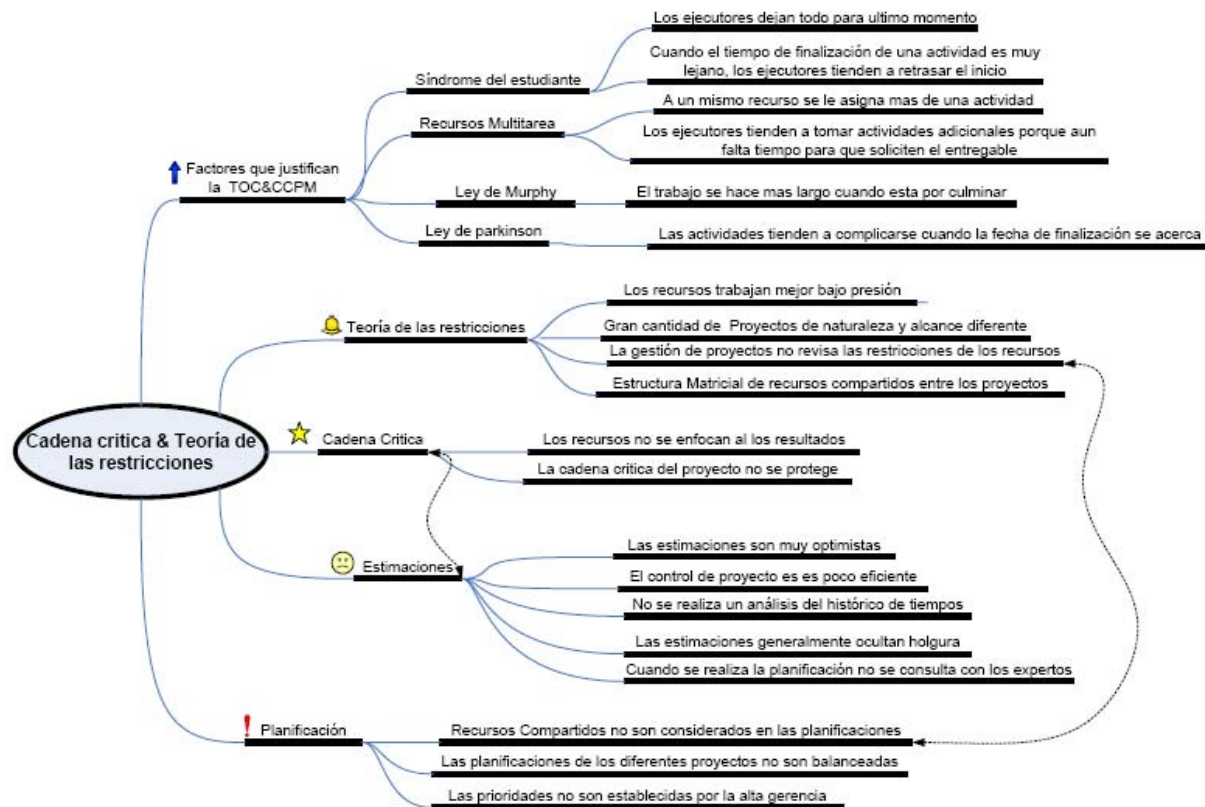


Figura Nro. 9.6. Selección de la tormenta de ideas para evaluar la factibilidad de la aplicación de la CCPM&TOC(Ramírez, 2006)