



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**UN MODELO DE PLANEACIÓN PARA PROYECTOS  
DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

UN CASO DE APLICACIÓN

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

INGENIERIA DE SISTEMAS – PLANEACION

P R E S E N T A :

**JESÚS MARCELO RAMÍREZ ARIAS**

TUTOR:

**DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA**



2007

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente : M.I. TÉLLEZ SÁNCHEZ RUBÉN

Secretario : DR. MEZA PUESTO JESÚS

Vocal : DR. SUÁREZ ROCHA JAVIER

1er Suplente : M.I. RIGAUD TÉLLEZ NELLY

2do Suplente : M.I. CARRILLO SANCOSME RODRIGO

**TUTOR DE TESIS:**

DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA

---

FIRMA

## AGRADECIMIENTOS

He logrado llegar a este punto, debido a mis deseos de superación y a todas las personas que han influido para mi enriquecimiento personal y profesional. Por ello aprovecho este espacio para agradecer:

A Dios, a quien debo todo.

A mi padre, por su apoyo y consejos que siempre son fuente de inspiración y reflexión. Así mismo, por su ejemplo de orden y perseverancia.

A mi madre, por su apoyo, consejos y confianza en este proyecto que inicié hace poco más de dos años y por todos los años en los cuales me animó y seguirá animándome a continuar con mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos, porque son ejemplo de constancia y dedicación y me inspiran a seguir avanzando.

A mi esposa por su apoyo, comprensión y por ser el motor que me lleva al desarrollo de nuevos proyectos de vida que van surgiendo como resultado de nuestros deseos de salir adelante.

De manera especial a mi Tutor y Director de Tesis, el Dr. Javier Suárez Rocha, con quien aprendí la práctica de la planeación y el desarrollo de proyectos; sobre todo por su paciencia y tolerancia

Con profunda gratitud al Dr. Jaime Jiménez Guzmán quien a través de su proyecto Participación y Desarrollo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), tuvo a bien otorgarme una beca, sin la cual hubiese sido imposible terminar mis estudios de maestría.

A la M.I. Nelly Rigaud, al M.I. Rubén Tellez, al M.I. Rodrigo Carrillo Sancosme y al Dr. Jesús Hugo Meza Puesto por aceptar formar parte de mi jurado y todas las recomendaciones realizadas.

Finalmente a todas las personas que en forma directa e indirecta me apoyaron en cada momento difícil y contribuyeron con sus críticas, sugerencias y experiencia al enriquecimiento de mi persona durante la realización de mis estudios de posgrado.

## CONTENIDO

i.	Resumen.....	6
ii.	Abstract.....	7
iii.	Introducción general .....	8
	Capítulo 1: Definición de la Administración de Proyectos de I+D.....	9
1.1.	Introducción.....	9
1.2.	Problemática en el desarrollo y ejecución de proyectos.....	10
1.3.	Causas más comunes para el fracaso de los proyectos de I+D.....	20
1.4.	Indicadores de control para el éxito de Proyectos de I+D .....	22
1.5.	Métodos para la administración y control de Proyectos de I+D.....	23
1.6.	El proceso de definición de la planeación de Proyectos de I+D.....	28
1.7.	El caso de México en cuanto a I+D .....	30
1.8.	Conclusiones .....	38
	Capítulo 2: Marco teórico.....	40
2.1.	Introducción.....	40
2.2.	La planeación y el proceso de conducción.....	41
2.3.	El proceso de planeación.....	45
2.4.	El subsistema de planeación.....	48
2.5.	Proceso de transformación para la generación del plan de proyecto.....	53
2.6.	Formulación de fines .....	55
2.7.	Planeación normativa .....	62
2.8.	Objetivos de control en proyectos .....	69
2.9.	Definición de los indicadores relevantes de desempeño.....	72
2.10.	Conclusiones.....	75
	Capítulo 3: Un modelo de planeación para Proyectos de I+D.....	76
3.1.	Introducción.....	76
3.2.	Descripción del modelo .....	78
3.2.1.	Modelo para la formulación de objetivos .....	78
3.2.2.	Modelo del sistema de administración del proyecto .....	79

3.2.3.	Modelo para la instrumentación del proyecto .....	80
3.3.	Integración del modelo .....	82
3.3.1.	Definición del proyecto .....	83
3.3.2.	Definición de actividades y línea de base del alcance.....	88
3.3.3.	Definición de recursos .....	93
3.3.4.	Diseño de la organización .....	94
3.3.5.	Planeación del control y riesgo.....	99
3.3.6.	Definición del cronograma y línea base de tiempo .....	103
3.3.7.	Presupuesto y línea de base de costos .....	105
3.3.8.	Integración del plan del proyecto.....	106
3.4.	Conclusiones .....	111
Capítulo 4: Caso de Aplicación: Plan del Proyecto Hidrobus México. ....		112
4.1.	Introducción.....	112
4.2.	Definición del proyecto .....	113
4.3.	Diseño de la organización .....	128
4.4.	Participantes.....	130
4.5.	Conclusiones .....	131
Conclusiones generales .....		132
Bibliografía.....		134

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1. : Matriz de clasificación de proyectos .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2. : Procesos de la Administración de Proyectos.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3. : Modelo de planeación para proyectos de I+D .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4. : Estructura del financiamiento para I+D en México, 2004.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 5. : Estructura de la ejecución de I+D en México, 2004 .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 6. : Paradigma de la conducción correctiva .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 7. : Paradigma de la conducción planeada.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 8. : Representación funcional del sistema conducente.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 9. : Estructura del proceso de planeación.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 10. : Representación funcional del sistema conducente para la conducción planeada .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 11. : Estructura del subsistema de planeación .....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 12. : Estructura de la etapa de prescripción .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13. : Estructura de la etapa de instrumentación de la solución .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 14. : Estructura del subsistema de planeación de proyectos.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 15. : Esquema general del subsistema de planeación de proyectos.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 16. : Esquema de las interacciones entre los grupos de procesos de la administración de proyectos .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 17. : Proceso de transformación para la generación del Plan de administración del proyecto.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 18. : Esquema de la formulación de fines.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19. : Esquema para la formulación de la visión y misión de un proyecto.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 20. : La jerarquía de los objetivos y estrategias en proyectos.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 21. : Sistema de planeación normativa.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 22. : Sistema de planeación normativa para proyectos de I+D .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 23. : Subsistema de formulación del proyecto .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 24. : Subsistema de diseño del proyecto .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 25. : Subsistema de Planeación del Control de Resultados.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 26. : Relación entre los requerimientos procesos y recursos.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 27. : Esquema del cubo del proyecto.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 28. : Esfuerzos de I+D para una ventaja competitiva sostenible.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 29. : Modelo para la formulación de objetivos .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 30. : Modelo del sistema de administración del proyecto.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 31. : Modelo para la instrumentación del proyecto .....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 32. : Modelo de Planeación de Proyectos Integrado .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 33. : Proceso de definición del proyecto .....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 34. : Proceso de definición de actividades y línea de base del alcance.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 35. : Pasos para el desarrollo de un plan de línea de base.....</i>	<i>92</i>

<i>Figura 36. : Proceso de definición de recursos.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 37. : Proceso de diseño de la organización.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 38. : Estructuras organizacionales para proyectos.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 39. : Dominio de planeación y organización y sus relaciones con recursos y criterios de información. ....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 40. : Dominio de monitoreo y sus relaciones con los recursos y criterios de información. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 41. : Proceso de planeación del control y riesgo.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 42. : Proceso de definición del cronograma y línea base de tiempo.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 43. : Dominio de entrega y soporte y sus relaciones con los recursos y criterios de información. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 44. : Proceso de definición del presupuesto y línea de base de costos.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 45. : Detalle de los quince pasos para la instrumentación de un proyecto. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 46. : Procesos del modelo que se emplearon para el caso del Proyecto Hidrobús Mexico.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 47. : Desagregación de la visión y misión de un proyecto.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 48. : Transición Ala economía del hidrogeno.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 49. : Primera estructura organico funcional del proyecto Hldrobús Mexico.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 50. : Estructura organico funcional replanteada para el proyecto Hidrobús Mexico.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 51. : Desagregaión de la estructura organico funcional replanteada para el proyecto Hidrobús Mexico.....</i>	<i>130</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. : Porcentajes más comunes para las deficiencias en proyectos .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. : Criterios usados para determinar el éxito de proyectos de I+D.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3. : Factores críticos para el éxito en proyectos de I+D.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4. : Factores críticos para éxito en Proyectos de I+D.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 5. : Modelo de señales de alarma tempranas (SAT).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 6. : Indicadores para Señales Tempranas de Alarma.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7. : Fortalezas y debilidades para cada Modelo de Administración de Portafolios de Proyectos de I+D....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 8. : Fortalezas y debilidades para cada Modelo de Administración de Portafolios de Proyectos de I+D....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 9. : Significado y diferencia en el uso de las técnicas para el monitoreo de de proyectos de acuerdo al esfuerzo de la compañía en I+D .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 10. : Empresas con mayor gasto en I+D en 1999.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 11. : GID financiado por el sector productivo por industria, 2002.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 12. : Satisfacción con la competencia profesional, liderazgo y capacidad de organización del supervisor - Capacidad del supervisor para planear.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 13. : Administración del trabajo de investigación de la unidad y de sus resultados - Atención a la planeación y diseño de los proyectos de investigación dentro de la unidad .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14. . Comparación de los subsistemas presentes en el Proceso de Planeación y el Sistema Conducente .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 15. : Definición de indicadores clave de desempeño para proyectos de I+D.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 16. : Tablero de indicadores genéricos para proyectos de I+D.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 17. : Desagregación del dominio de planeación y organización.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 18. : Desagregación del dominio de monitoreo.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 19. : Definición de indicadores clave de desempeño para proyectos de I+D.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 20. : Tablero de indicadores genéricos para proyectos de I+D.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 21. : Desagregación del dominio de entrega y soporte.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 22. : Características que destacan al proyecto Hidrobús Mexico.....</i>	<i>115</i>



## **i. Resumen**

Se presenta un trabajo de investigación cuyo objetivo es desarrollar un modelo de planeación que permita estructurar el plan de un proyecto de investigación y desarrollo a través de una serie de etapas que se van concatenando y complementando entre si, con el fin de que sirva como punto de referencia para el desarrollo de la planeación de proyectos. Para ello se analizan las deficiencias que conllevan al fracaso de los proyectos en general, posteriormente se revisan los criterios de evaluación para determinar si un proyecto de investigación y desarrollo es o no exitoso, estos criterios sirven de base para definir los factores críticos de éxito en este tipo especial de proyectos, también se revisa la información proporcionada por investigaciones previas y se hace una comparación entre los resultados obtenidos en dichos trabajos, para que, se pueda contar con una serie de factores mas comunes que determinan el éxito de los proyectos de investigación y desarrollo (Proyectos de I+D). Se detallan los modelos y métodos para la administración y control de proyectos más usados por las empresas que desarrollan investigación y desarrollo y se analizan las debilidades y fortalezas de cada uno de ellos.

Se conceptualiza un proyecto de investigación y desarrollo como un objeto que requiere de un sistema que lo conduzca hacia sus fines fundamentales, el sistema conducente estará formado por un conjunto de subsistemas que a su vez se reflejan en modelos o esquemas que se recomienda seguir para la formulación de un plan de proyecto y en específico de un proyecto de investigación y desarrollo. En el desarrollo de los componentes del sistema conducente se realiza un proceso de construcción por descomposición, en el cual los conceptos manejados (Planeación en el proceso de conducción, Formulación de Fines, Planeación Normativa, Administración de Proyectos), son analizados para poder extraer de ellos los elementos que son acordes con las características de los proyectos de investigación y desarrollo (Proyectos de I+D) y posteriormente son sintetizados para obtener un nuevo concepto que sea aplicable a la planeación de este tipo de iniciativas.

El modelo busca ser un esquema teórico del sistema de planeación de proyectos enfocado en aquellos que ejecutan investigación y desarrollo (I+D) con el fin de facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. Es así como el modelo de planeación se construye a partir de las teorías e información recopilada y se formula a través de tres sub modelos que se relacionan entre si, dichos sub modelos son: Modelo para la formulación de objetivos, modelo del sistema de administración del proyecto y el modelo de instrumentación del proyecto. El marco teórico y la definición de los proyectos de investigación y desarrollo han conducido el proceso de construcción del modelo hacia estos tres componentes fundamentales, los cuales cubren los tres niveles de la Planeación, el nivel de políticas (modelos de formulación de objetivos), el nivel estratégico (Modelo del sistema de administración del proyecto) y el nivel operativo (Modelo de instrumentación del proyecto).

## **ii. Abstract**

The present research work objective is to develop a planning model for projects that allows structuring the plan of a research and development project through a series of stages that are concatenated and complemented between themselves, in order to act as a reference point for the development of the project planning process. Deficiencies that entail to the failure of the projects in general are analyzed, later, the evaluation criteria to determine if a research and development project is or not successful, is revised, these criteria serve as a theoretical base to define the critical success factors in this special type of projects, also the information provided by previous investigations is reviewed and compared between the results obtained in order to identify a set of common factors that determine the success of research and development projects (R+D Projects). The models and methods more used by the research and development companies for management and control of projects are detailed and analyzed in order to identify the weaknesses and strengths of each one of them.

Research and development project is conceptualized as an object that requires a system that leads it towards its fundamental aims, the conducive system will be formed by a set of subsystems that are reflected as well in models or schemes that are recommended to follow for the formulation of the research and development project plan. In the development of the conducive system components a process of construction by decomposition is made, in which the handled concepts (Planning in the management process, Objectives Formulation, Normative Planning and Project Management), are analyzed to extract from them the elements that agree with the characteristics of the research and development projects (R+D Projects) and later, all these information is synthesized to obtain a new concept that is applicable to the planning of this type of initiatives.

The model aims to be a theoretical scheme of the system of project planning focused in those that execute research and development (R+D) with the purpose of facilitate their understanding and the study of their behavior. This is how the planning model is constructed from the theories and compiled information and is formulated through three sub models that are related between, this sub models are: Model for the objective formulation, Model of the system for project management and the Model for project instrumentation. The theoretical frame and the definition of the research and development projects have lead the construction process of the model towards these three fundamental components, which cover the three planning levels, the policies level (model for the objective formulation), the strategic level (model of the system for project management) and the operative level (model for project instrumentation).

### **iii. Introducción general**

La importancia de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) ha sido objeto de estudio desde diferentes perspectivas, destacando entre ellas su contribución en el progreso económico de los diferentes países. Las conclusiones a las que se ha llegado en cada uno de estos análisis invariablemente muestran los beneficios de la inversión en la I+D. Así, la actividad de I+D contribuye notablemente para el establecimiento de empresas más competitivas, con un mejor posicionamiento en el mercado nacional e internacional. La generación de conocimiento, y la aplicación práctica del mismo, permite obtener ventajas sobre quienes no han traspasado esa frontera, generando productos o servicios de mayor valor agregado (CONACYT 2006).

Es muy cierto que la función de investigación y desarrollo como tal no sigue un proceso secuencial y que esta formado por actividades que se fundamentan en la prueba y error, sin embargo, los requerimientos de fondos y el interés que los patrocinadores, organizaciones y empresas puedan tener en los proyectos que se desarrollan esta muy relacionado a modelos que permitan un monitoreo y fundamentación de los avances que se logren para las inversiones que realizan.

En este contexto se observa la necesidad de contar con un sistema que permita encaminar la investigación en sus primeras etapas y liberar al investigador de preocupaciones que están fuera de su campo de acción, las ocupaciones que “distraen” la labor de investigación pura son las de estructuración y formalización de un plan de proyecto que le permita desarrollar su trabajo soportado en un plan de trabajo que se adecue a los requerimientos de organizaciones patrocinadoras o empresas que busquen el desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos.

Este trabajo busca proporcionar una herramienta de fácil aplicación para poder responder a la necesidad anteriormente mencionada y para ello se plantea un modelo de planeación para proyectos de investigación y desarrollo. Muchas veces se parte de las herramientas mas nuevas en administración y se trata de adaptarlas al problema particular que se busca resolver, sin embargo, esta forma de hacer investigación no es la mas apropiada porque restringe el campo de acción de la solución o soluciones que se puedan plantear. Partir de una herramienta y tratar de usarla como medio predominante para el desarrollo de un nuevo concepto es similar a lo que se hace al tratar de resolver un problema partiendo de soluciones ya definidas y conocidas.

El enfoque de este trabajo es la de partir de los fundamentos básicos de la planeación y desde allí empezar a tomar los elementos que se pueden aplicar al problema específico por resolver, que en este caso es la planeación de proyectos de investigación y desarrollo, es por ello que la planeación en el proceso de conducción finalmente viene a ser la aplicación de los procesos de la planeación en la administración de un objeto al cual se le denomina conducido.

El modelo planteado permite tener una estructura adecuada específicamente a los proyectos de I+D y evitar retrasos en su concepción ya que en el campo de la alta tecnología, los cambios se suceden de manera tan rápida que los productos y procesos tienden a tener un ciclo de vida mas corto. De otro lado, la investigación y desarrollo es un negocio altamente riesgoso. Los proyectos son abandonados en varias etapas de su desarrollo, algunos en forma temprana, como es en el momento de definir la idea principal y otros en etapas tardías como las de prueba del producto.

## **Capítulo 1: Definición de la Administración de Proyectos de I+D.**

### **1.1. Introducción**

En este capítulo se busca identificar los aspectos más importantes de la administración de Proyectos de I+D partiendo de las investigaciones ya realizadas en esta área de estudio. Las investigaciones que sirven para el desarrollo de este trabajo se fundamentan en encuestas realizadas a los directivos de empresas que se dedican a emprender Proyectos de I+D como parte de su quehacer diario. Se revisa información que considera las mejores prácticas usadas por las empresas líderes en el campo de la Investigación y el Desarrollo tales como Merck, HP, 3M y Microsoft; entonces, partiendo de conocimientos prácticos ya probados se busca formar las bases teóricas para el desarrollo de un Modelo de Planeación para Proyectos de Investigación y Desarrollo que a través de un benchmark adecuado se convierta en una herramienta de aplicación práctica para toda aquella institución o empresa que busque emprender un esfuerzo de Investigación y Desarrollo.

Las empresas que desarrollan Investigación y Desarrollo se caracterizan por manejar altos niveles de incertidumbre y presión que tienen por innovar. Esto las motiva al uso de herramientas sofisticadas para evaluar la incertidumbre asociada con sus proyectos así como al desarrollo de un marco de referencia que ayude a los encargados de la administración a la selección de los mejores proyectos para su portafolio, no es sorprendente que la industria farmacéutica y la de biotecnología consideren la evaluación de Proyectos de I+D como un punto fundamental de sus operaciones cotidianas.

Los proyectos que no son exitosos pueden consumir recursos que pudieran ser más rentables si se usan en otros. Es por ello que se convierte en un aspecto importante, la identificación de proyectos que pudieran fracasar en etapas tempranas de su desarrollo con el fin de terminarlos en el momento adecuado y redireccionar los recursos a otros proyectos que se hayan identificado como de alta posibilidad de éxito. La decisión de cuando terminar un proyecto se debe realizar con mucho cuidado porque algunos proyectos son cancelados muy tempranamente cuando pudieron ser exitosos con algunos reajustes en su desarrollo. Las actividades que comprenden la administración de Proyectos de Investigación y Desarrollo (Proyectos de I+D) se deben desarrollar en forma estructurada para evitar caer en errores descritos anteriormente.

## 1.2. Problemática en el desarrollo y ejecución de proyectos

Antes de iniciar un proyecto “estratégico” cada organización debe estar consciente de sus oportunidades “a priori” de éxito.

En el mundo se llevan a cabo todo tipo de proyectos sin embargo en la mayor parte de los casos, el proyecto desarrollado no se termina con éxito, para acotar la problemática y los problemas que enfrentan los proyectos es necesario definir cuales son las deficiencias que enfrentan los proyectos y posteriormente identificar cuáles son las prácticas y criterios de evaluación que conducen a los proyectos a desarrollarse con éxito y en este caso los de investigación y desarrollo.

### 1.2.1. Estadísticas de proyectos que fracasan

Algunas estadísticas muestran que los proyectos que fallan son más que los que llegan a un fin exitoso, por ejemplo muchas veces se terminan fuera del tiempo asignado y con sobre costos. En todos los casos no se entrega el producto que se esperaba producir con el proyecto y en el peor de los casos no producen ningún tipo producto o resultado.

A continuación se muestra el trabajo realizado por algunas firmas reconocidas, quienes se han encargado de recopilar información sobre el éxito o fracaso de los proyectos:



- ✓ Los costos de los proyectos terminan siendo el doble de lo previsto.
- ✓ Estudios (realizados en 60 proyectos) demostraron que más del 50% de los proyectos no cumplieron con los objetivos esperados.
- ✓ El costo promedio del cumplimiento de las especificaciones (calidad) fue entre 8 y 10 veces el presupuesto inicial.

### Gobierno de los Estados Unidos

- ✓ Solo el 9% de todos los proyectos se terminan dentro del tiempo y presupuesto especificado.
- ✓ El 31% de los proyectos nunca se termina
- ✓ El 3% de todos los proyectos terminan costando 189% del estimado inicial, la mayoría de ellos solo son una sombra de lo que fueron las especificaciones iniciales.

---

<sup>1</sup> Ingram Micro Inc. (NYSE:IM) cuya sede se encuentra en Santa Ana, California, es el distribuidor mayorista de productos y servicios de tecnología más grande del mundo y el proveedor líder a nivel mundial en servicios de integración y ensamble.



Se encuestó a 232 entidades de múltiples industrias, entre las cuales se incluyen organizaciones gubernamentales, tecnología de información, comunicación, financieras, utilitarias e instituciones de salud.

El 36% de las compañías encuestadas había o estaba en proceso de implementar un proyecto.

- ✓ 51 % manifestaron que sus proyectos fueron exitosos.
- ✓ 46 % de los participantes manifestaron que el proyecto que se realizó, ya sea en la iniciación, la planeación o ejecución no siguió la cultura de la organización y no ayudó a una mejor conducción del negocio.
- ✓ 56 % de los encuestados indicaron que contaban con una Oficina de Administración de Proyectos (PMO – Project Management Office) y de este porcentaje un 36 % indicó que sus proyectos nunca fueron exitosos.



Se encuestó a 117 compañías que estaban en proceso de desarrollar uno o mas proyectos.

- ✓ 34 % estuvieron muy satisfechos con el desarrollo de sus proyectos.
- ✓ 58 % se mostraron algo satisfechos con el desarrollo de sus proyectos.
- ✓ 8 % no estaban contentos con los resultados obtenidos en sus proyectos.
- ✓ 40 % de los proyectos fracasaron en completar sus metas dentro del primer año de su vida operativa.
- ✓ Las compañías que obtuvieron beneficios indicaron que les tomó 6 meses mas de lo que esperaban.
- ✓ Los costos de implementación, en promedio, fueron 25% mayores a lo presupuestado.
- ✓ Los costos de mantenimiento del proyecto fueron sub-estimados para el siguiente año de la implementación en un 20% (en promedio).

---

<sup>2</sup> Robbins-Gioia provee de servicios a organizaciones sin fines de lucro, grandes agencias gubernamentales, y grandes compañías comerciales. Sus más importantes clientes incluyen el U.S. Department of Homeland Security, La cruz roja americana, la U.S. Army, la Defense Logistics Agency, General Motors, Merrill Lynch, Verizon, entre otras.

<sup>3</sup> The Conference Board crea y disemina conocimiento acerca de administración en el Mercado para ayudar a los negocios a que fortalezcan su desempeño y mayor servicio a la sociedad. Trabaja como una organización independiente y global de interés público, conducen investigaciones, ejecuta conferencias, desarrolla pronósticos, evalúa tendencias, publica información y análisis, y reúne a los ejecutivos para que intercambien experiencias. The Conference Board es una organización sin fines de lucro.

Con la información que proporcionan las encuestas realizadas es posible definir que en general, de acuerdo al resultado obtenido al finalizar el proyecto, se tienen cuatro tipos de situaciones las cuales son:

**A. El proyecto cumple con lo previsto en cuanto a costo y tiempo.**

Las encuestas indican que esto ocurre en el 9% de los casos. También se observa que el hecho de que un proyecto cumpla con lo establecido en el presupuesto y el tiempo esperado para su ejecución no quiere decir que haya sido exitoso.

**B. El proyecto concluye con algún tipo de deficiencia**

En este caso se han identificado dos aspectos que son recurrentes en el desarrollo de proyectos, estos aspectos son:

**a. El cumplimiento del alcance del proyecto**

Se observa que entre el 40% y el 50% de los casos presentaron deficiencias en el alcance y en el cumplimiento de los objetivos

**b. Deficiencias en los costos del proyecto**

En este aspecto se identifican tres tipos de costo de proyecto: el costo final del proyecto, el costo de implementación del proyecto y el costo de mantenimiento de los resultados del proyecto. En promedio, el costo final del proyecto llega a ser un 89% mayor a lo que se había presupuestado, el costo de implementación llega a estar alrededor del 25% de lo esperado y los costos de mantenimiento llegan al 20% de lo planeado.

**C. El proyecto se concluye pero el resultado no es lo que se esperaba.**

Esta situación se refiere a aquellos proyectos que al finalizar no cumplen con las especificaciones requeridas o no proporcionan los beneficios esperados. En esta situación se hacen los ajustes necesarios para que se cumplan las especificaciones, sin embargo los costos de ajuste para especificaciones llegan a ser entre 8 y 10 veces los costos iniciales del proyecto. Por otro lado, en este tipo de proyectos se empiezan a obtener beneficios en un periodo de 6 meses a más.

**D. El proyecto no se termina o es cancelado en alguna etapa intermedia.**

Las encuestas indican que esto ocurre en el 31% de los casos.

Lo que se indica líneas arriba se puede observar en la Tabla 01.

<b>Proyectos que cumplen tiempo y costo</b>		<b>9%</b>
<b>Proyectos con alguna deficiencia</b>		<b>60%</b>
Deficiencias en el alcance	40% - 50%	
Deficiencias en el costo		
Promedio de costo final	89% (más de lo previsto)	
Promedio de costo de implementación	25% (más de lo previsto)	
Promedio de costo de mantenimiento	20% (más de lo previsto)	
<b>Proyectos fallidos</b>		<b>31%</b>
Promedio de costo para cumplir las especificaciones	8 - 10 veces el costo inicial	
Promedio de tiempo para obtener beneficios	6 meses	
<b>Proyectos incompletos</b>		

Tabla 1. : Porcentajes más comunes para las deficiencias en proyectos  
 Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla\_01, el 60% de los proyectos que se desarrollan en las empresas tiene alguna deficiencia o ha fallado en cumplir con los objetivos esperados. Las deficiencias más notables que revelan las encuestas son: Deficiencias en el alcance y deficiencias en el manejo de los costos del proyecto. Así mismo, las encuestas indican que el 66% de las empresas participantes no se encuentran satisfechas con el resultado que obtiene de sus proyectos, otro aspecto importante es que algunas empresas señalaron contar con un oficina de proyectos PMO (Project Management Office), pero el 36% de estas empresas no tuvieron proyectos exitosos, lo cual indica que las deficiencias en el desarrollo de proyectos están relacionadas a la falta de un modelo que defina las etapas a seguir en la planeación de proyectos mas que a uno metodológico. En este punto se deben analizar las practicas que se siguen en las empresas que desarrollan investigación y desarrollo con el fin de identificar los vacíos que se presentan en los modelos que se aplican y así obtener una base teórica para el desarrollo del modelo que se plantea.

### 1.2.2. Tipología de proyectos (Shenhar, Reiner et al. 1996)

La dificultad en este punto se presenta porque no existe un marco de referencia generalmente aceptado que permita definir los tipos de proyectos. Típicamente los proyectos se agrupan en construcción, servicios de consultoría, manufactura, etc. El problema con esta clasificación es que cualquiera de las industrias que realicen este tipo de proyectos tendrán el mismo grado de dificultad al desarrollarlos que el que se presente en otras industrias. Alternativamente cualquier tipo de industria estará desarrollando proyectos de construcción o de investigación y desarrollo y esto representa campos de aplicación de la dirección de proyectos totalmente distintos.

Los proyectos son esencialmente iniciativas únicas y el rango de objetivos, tamaño complejidad y variedad de contenido tecnológico es casi ilimitado y por lo tanto no es correcto delimitarlos en un sector industrial determinado. Sin embargo existe un sistema de clasificación que es independiente del tipo de industria, que usa los aspectos comunes de la



dirección de diversos tipos de proyectos, al mismo tiempo que hace una diferenciación entre las áreas de aplicación de la dirección de proyectos.

En enero de 1995, Shenhar reportó los resultados de un estudio realizado en más de un centenar de proyectos con el fin de determinar la tipología de los mismos. Esta investigación propone una tipología de proyectos en dos dimensiones que consiste en cruzar el alcance de los proyectos con la incertidumbre tecnológica de los mismos. De acuerdo a esta clasificación de proyectos surgen tres dimensiones en cuanto al alcance de los proyectos las cuales son denominadas: Ensamble, Sistema y Arreglo. La dimensión de incertidumbre tecnológica se categoriza en cuatro tipos: Tecnología Establecida, Tecnología Mayormente Establecida, Proyectos de Tecnología Avanzada y Proyectos de Tecnología Altamente Avanzada.

Cada una de las dimensiones se explica a continuación:

### **Niveles de complejidad (dimensión del alcance)**

Nivel 1 – Ensamble. Esto representa a un proyecto que consiste en la colección de componentes y módulos combinados en un todo.

Nivel 2 – Sistema. Esto representa a un proyecto que consiste en una colección compleja de elementos interactivos que se reúnen en un producto en concreto.

Nivel 3 – Arreglo. Esto representa a un programa, más que un proyecto desarrollado en forma individual, en este caso la iniciativa es tal que requiere ser dividida en proyectos de corta o mediana duración.

### **Niveles de incertidumbre tecnológica**

Los cuatro niveles de incertidumbre tecnológica dependen del contenido del proyecto y son como siguen:

Tipo A – Tecnología Establecida. Estos proyectos se fundamentan en tecnología bien establecida a la cual todos los involucrados tienen el mismo nivel de acceso.

Tipo B – Tecnología mayormente establecida. También conocidos como proyectos de mediana tecnología, estos proyectos son similares a los del tipo A pero involucran alguna nueva tecnología.

Tipo C - Tecnología Avanzada. También conocidos como proyectos de alta tecnología, son aquellos proyectos en los que los componentes que lo integran son empleados en conjunto por primera vez sin embargo las tecnologías individuales ya existen.

Tipo D – Tecnología Altamente Avanzada. También conocidos como de super alta tecnología porque requieren de un desarrollo exploratorio previo y requieren de la incorporación de tecnología que se encuentra en desarrollo. Los proyectos de Investigación y Desarrollo caen en esta clasificación.

En la Figura\_01 se muestra la interrelación de las dos dimensiones de la clasificación de proyectos.

Los proyectos del tipo A y B que caen en los niveles 1 y 2 han sido ampliamente estudiados, aunque no de la mejor manera, durante los últimos 20 años y se encuentra mucha literatura con respecto al desarrollo de los mismos, sin embargo los proyectos del tipo C y D y nivel 3 no han sido revisados desde el punto de vista de la planeación, hasta el momento solo se han identificado los factores de éxito y causas de falla pero el desarrollo de herramientas para este tipo de proyectos aún es primario.

Es por ello que el objeto de este estudio se orienta en identificar los vacíos que se presentan en el desarrollo de este tipo de proyectos, que principalmente son los denominados de Investigación y Desarrollo (I+D).

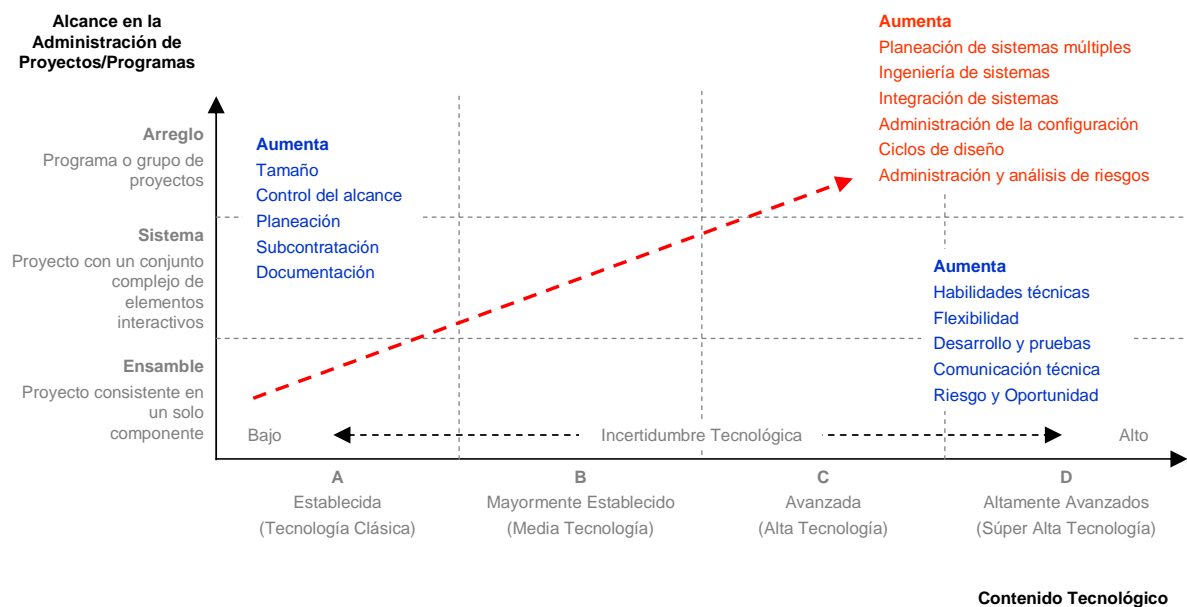


Figura 1. : Matriz de clasificación de proyectos

Fuente: Shenhar, A., J. Reiner, et al. (1996). *Improving PM: Linking Success Criteria to Project Type*. Symposium "Creating Canadian Advantage through Project Management", Project Management Institute.

### 1.2.3. El caso de los proyectos de I+D

Para el caso de proyectos de I+D, McKinsey and Company sostienen que, bajo ciertas circunstancias específicas, la introducción de un producto dentro del presupuesto pero retrasado 6 meses, puede provocar pérdidas sobre los beneficios esperados, del orden del 17% al 25% en un periodo de cinco años.; sin embargo, la introducción del mismo producto con un incremento en el presupuesto del 50%, pero a tiempo, solo reduce los beneficios esperados en un 5% (Nijssen, Arbouw et al. 1995).

### 1.2.4. Criterios para determinar el éxito de un proyecto de I+D.

Martínez y Pérez (2004), establecen siete criterios de éxito que son los más usados por las empresas que desarrollan investigación y desarrollo (Tabla\_02) dichos criterios de éxito son: Cumplir con los requerimientos o especificaciones técnicas del cliente, el proyecto se

completa de acuerdo al cronograma, el proyecto se completa dentro del presupuesto, el proyecto cumple con los objetivos organizacionales, el proyecto proporciona mayor rentabilidad al negocio y otros beneficios, el proyecto causa la mínima ruptura en las operaciones del negocio y finalmente el proyecto cumple los estándares de calidad y seguridad. Estos resultados se presentan en orden de mayor a menor frecuencia de uso<sup>4</sup>, también se presenta una comparación en el uso de criterios de éxito para proyectos de acuerdo al tamaño del mismo, este último resultado permite observar que las empresas que desarrollan investigación y desarrollo tienden a usar menos criterios de evaluación cuando el proyecto es pequeño y son más rigurosos cuando el proyecto es de gran envergadura

Criterios de éxito	Uso promedio	Presupuesto del proyecto menor a USD 10 millones (n=77)	Presupuesto del proyecto mayor a USD 10 millones (n=37)
Cumple con los requerimientos o especificaciones técnicas del cliente	4.57	4.43	4.60
Se completa de acuerdo al cronograma	4.36	4.01	4.59
Se completa dentro del presupuesto	4.12	3.75	4.32
Cumple con los objetivos organizacionales	3.15	2.98	3.34
Proporciona mayor rentabilidad al negocio y otros beneficios	2.48	2.53	2.40
Causa la mínima ruptura en las operaciones del negocio	2.17	2.42	2.03
Cumple los estándares de calidad y seguridad	2.02	1.95	2.06

Tabla 2. : Criterios usados para determinar el éxito de proyectos de I+D

Fuente: Angel Martinez Sanchez, Manuela Perez Perez. 2004. Early warning signals for R&D projects: An empirical study. *Project Management Journal*; Apr 2004; 35, 1: 11-23.

### 1.2.5. Factores que determinan el éxito de un proyecto de I+D.

La definición de éxito en un proyecto hace 20 años se entendía como la terminación de una tarea dentro de las restricciones de tiempo, costo y alcance. En la actualidad el éxito en un proyecto se define como la finalización de una tarea teniendo en consideración lo siguiente (Kerzner 2003):

- ✓ Tiempo
- ✓ Costo
- ✓ Alcance y especificaciones
- ✓ Aceptación del cliente o usuario
- ✓ Con el mínimo de cambios coordinados entre los clientes y ejecutores del proyecto
- ✓ Que no perturbe el flujo normal de trabajo dentro de la organización en la que se lleva a cabo el proyecto.
- ✓ Sin cambios en la cultura de la organización.

Los tres últimos aspectos a considerar requieren de una explicación adicional y es como sigue:

<sup>4</sup> La frecuencia de uso se determinó a través de una escala de cinco pasos de Likert, en la cual uno representa menor preferencia de uso de los criterios y cinco es uso frecuente del criterio.

En todo proyecto se presentan cambios o modificaciones a los medios como llegar al objetivo deseado, dichos cambios deberán ser coordinados directamente con el cliente o usuario y se deberán mantener en un mínimo para asegurar que el proyecto no se convierta en algo inmanejable que va creciendo en alcances a medida que se realizan modificaciones.

Es la función básica del equipo del proyecto y de su líder, no perturbar el normal funcionamiento de la empresa en la que se realiza el proyecto. El equipo del proyecto deberá operar siempre dentro de las políticas, procedimientos, reglas y directivas de la organización.

Todas las organizaciones tiene un tipo de "cultura" que es seguida por todas las personas que trabajan en dicha organización, el equipo de proyecto no debe esperar que las personas asignadas al desarrollo del trabajo se adapten a nuevas formas de trabajo, para ello se debe entender la forma en que opera cada organización y no entrar en conflictos.

En el caso de los proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D), se deben considerar aspectos especiales que involucran este tipo de iniciativas es por ello que se toma en consideración los resultados de una encuesta realizada a las empresas que desarrollan investigación y desarrollo en un estudio desarrollado para el Project Mangement Journal. Esta investigación indica lo siguiente:

Los factores de éxito que son más frecuentemente considerados por las empresas que desarrollan I+D: metas y objetivos claros, cronograma realista y apoyo de la alta gerencia. Estos resultados son muy similares en gran medida a aquellos que se encuentran en la literatura (Martinez y Perez 2004). (Tabla\_03)

Factores	Frecuencia	Promedio de importancia
Objetivos y metas claros	90.30	4.89
Cronograma realista	87.70	4.77
Soporte de la alta gerencia	85.10	4.72
Recursos y fondos adecuados	83.30	4.61
Compromiso del usuario final	74.50	4.13
Canales de comunicación claros	57.10	3.64
Acceso a personal innovador y capacitado	52.60	3.78
Monitoreo efectivo y retroalimentacion	50.00	2.92
Liderazgo efectivo y resolucion de conflictos	48.20	2.68
Provision de sistemas de planeación y control	42.10	3.14
Administración efectiva del riesgo	41.20	2.41
Consideración de influencias externas	33.30	2.25
Motivacion y creacion efectiva de equipos de trabajo	21.90	2.76
Soporte de los involucrados y directores	17.50	1.93
Contar con experiencia relevante	13.10	1.85

Tabla 3. : Factores críticos para el éxito en proyectos de I+D  
 Fuente: Angel Martinez Sanchez, Manuela Perez Perez. 2004. Early warning signals for R&D projects: An empirical study. Project Management Journal; Apr 2004; 35, 1: 11-23.

Si se compara estos resultados con la información disponible en esta área se encuentran ciertas discrepancias como por ejemplo:

Junto con “la misión del proyecto” y “el apoyo de la alta gerencia” Pinto y Slevin (1987) enfatizan que “la provisión de canales de comunicación adecuados y mecanismos de control” pero solo el 42.1% (48) encuestados indicaron que “la provisión de canales de comunicación adecuados y mecanismos de control” eran aspectos críticos. A pesar de que hubo coincidencia entre la literatura y los resultados de la encuesta, con respecto a los primeros tres factores, existe desacuerdo con respecto a si los otros factores son determinantes importantes del éxito.

(Pinto y Prescott 1988) estudiaron diez factores críticos de éxito en el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto: la misión del proyecto, soporte de la gerencia, plan y programa del proyecto, consultas a los clientes, personal, tareas técnicas, aceptación del cliente, monitoreo, retroalimentación y comunicación.

(Kerzner 1987) identificó seis factores críticos de éxito: entendimiento corporativo de la administración de proyectos, compromiso hacia la administración de proyectos, adaptabilidad organizacional, criterio de selección del administrador de proyectos, estilo de dirección del líder administrador de proyectos y compromiso a la planeación y control.

(Clarke 1999) identificó cuatro factores críticos para el éxito de proyectos: Comunicación, alcance y objetivos claros, desagregación del proyecto y el uso de los planes del proyecto como documentos de trabajo.

Los grupos de factores de éxito y sus interrelaciones son de vital importancia para definir el éxito o fracaso de un proyecto (Belassi y Turkel 1996).

La Tabla\_04 muestra los factores de éxito considerados por los diversos investigadores en el transcurso de los años. Esta tabla muestra las similitudes entre los factores propuestos, se puede observar que los factores de éxito propuestos por Martínez y Pérez (2004), engloban a los otros propuestos anteriormente. Se han resaltado aquellos factores que encuentran de tres a cuatro coincidencias, ya que estos factores sugieren ser relevantes respecto a los demás por ser puntos de claves de éxito, que se han mantenido invariables a lo largo de los años en los cuales se ha desarrollado la teoría de la administración de proyectos. Dichos factores de éxito relevantes son:

- ✓ Objetivos y metas claros
- ✓ Soporte de la alta gerencia
- ✓ Compromiso del usuario final
- ✓ Canales de comunicación claros
- ✓ Provisión de sistemas de planeación y control
- ✓ Soporte de los involucrados y directores

Martinez y Perez (2004)	Pinto y Slevin (1987)	Pinto y Prescott (1988)	Kerzner (1987)	Clarke (1999)
Objetivos y metas claros	Mision del proyecto	Mision del proyecto		Alcance y objetivos claros
Cronograma realista				Desagregación del proyecto
Soporte de la alta gerencia	Apoyo de la alta gerencia	Soporte de la gerencia	Entendimiento corporativo de la administracion de proyectos	
Recursos y fondos adecuados				
Compromiso del usuario final		Aceptación del cliente	Adaptabilidad organizacional	
Canales de comunicación claros	Provision de canales de comunicación			Comunicación
Acceso a personal innovador y capacitado		Personal		
Monitoreo efectivo y retroalimentacion		Monitoreo Retroalimentacion		
Liderazgo efectivo y resolucion de conflictos			Administrador del proyecto Estilo de direccion del lider del proyecto	
Provision de sistemas de planeación y control	Mecanismos de control	Plan y programa del proyecto Control	Compromiso con la planeación y control	Uso de los planes del proyecto como documentos de trabajo
Administración efectiva del riesgo				
Consideración de influencias externas				
Motivacion y creacion efectiva de equipos de trabajo		Tareas técnicas		
Soporte de los involucrados y directores		Consultas a los clientes	Compromiso hacia la administracion de proyectos	
Contar con experiencia relevante				

*Tabla 4. : Factores críticos para éxito en Proyectos de I+D  
 Fuente: Elaboración propia.*

### **1.3. Causas más comunes para el fracaso de los proyectos de I+D**

El criterio de las Señales de Alarma Tempranas

Los métodos convencionales de control de proyectos están basados en lo que ya ha ocurrido (información histórica). Por el contrario, las señales tempranas de alarma no necesariamente analizan lo que ya ha ocurrido. Se pueden usar para predecir que es lo que podría pasar en un futuro próximo del desarrollo del proyecto. Las señales tempranas de alarma se manifiestan de muchas maneras (verbalmente, no verbalmente, en forma escrita, o como eventos), a través de los recursos, involucrados en el proyecto, documentos y situaciones. En primer lugar una persona debe ser capaz de identificar estas señales de alarma a través del flujo de eventos del proyecto, entonces, el problema emergente (riesgo) y sus posibles causas deben ser identificadas (Martinez y Perez 2004).

“Los indicadores que se usan como señales tempranas de alarma deben tener las siguientes características” (Bachalandra 1989):

- ✓ Deben ser fácilmente medibles
- ✓ Deben permitir una medición y representación consistente al ser usados por diferentes evaluadores.
- ✓ Deben pertenecer al proyecto y no a cualquier característica de la compañía que lo haría común a todos los proyectos dentro de la organización.

El trabajo de Bachalandra y Raelin (1980) presenta un modelo para evaluar si un proyecto debe o no ser cancelado en función de la información histórica y de los pronósticos que se pueden hacer en función al desempeño actual del proyecto, según indica el modelo se debe tomar como punto de partida los factores críticos de éxito, para el caso particular de esta investigación se toman los factores críticos de éxito revisados en la sección anterior (1.1.2.3. Factores que determinan el éxito de un proyecto de I+D).

Las causas que llevan al fracaso de los proyectos de Investigación y Desarrollo se pueden inferir a través de las señales de alarma tempranas definidas por Bachalandra, dichas señales de alarma se resumen en la Tabla\_05:

Señales de Tempanas de Alarma	Descripción
Desarrollo de Metas Tecnológicas	Fracasos sucesivos para alcanzar los objetivos tecnológicos. Aumenta la discusión y el desacuerdo entre los miembros del equipo de trabajo del proyecto de R&D acerca de los avances tecnológicos.
Compromiso del Personal	Una tendencia de insatisfacción entre el personal. Situaciones conflictivas. Falta de confianza expresada en términos de trabajo poco claros. Muchas señales no verbales observados en las reuniones. Los miembros del staff no están dispuestos a asumir asignaciones adicionales relacionadas al proyecto.
Comunicación entre Departamentos	Los mensajes se pierden en el camino. Información conflictiva. Muchos problemas se detectan por insinuaciones; el personal no se refiere a los problemas directamente. Falta de información inicial para la planeación
Apoyo del cliente	Falta de contacto con el cliente. Decisiones atrasadas causadas por el cliente. No existe soporte por parte del cliente.
Desviación de tiempo y costo	Demoras y sobre costos inesperados durante el desarrollo del proyecto. Tendencias a cambiar el presupuesto sin una razón adecuada.
Calidad de los documentos del proyecto	Mala calidad en los trabajos, reportes atrasados. Entrega lenta de los trabajos programados para los contratistas
Numero de usos esperados	Mas aplicaciones descubiertas durante la fase de desarrollo del proyecto. Las nuevas especificaciones cambian constantemente para ajustarse a las nuevas aplicaciones, las cuales crean retrasos innecesarios.
Regulaciones gubernamentales	Las regulaciones basadas en experimentos científicos o consideraciones políticas, las cuales tienen impactos negativos en la venta y distribución de nuevos productos.
Falta de personal capacitado	Se identifica una falta de personal capacitado.
El proyecto comparte la estrategia de la compañía	Los resultados se desvían de la estrategia de la compañía.
Numero de proyectos en el portafolio	El tamaño del portafolio y la cantidad de recursos comprometidos en cada proyecto crece inconsistentemente con el tamaño y estrategia de la compañía.
Presion sobre el lider del proyecto	Aumentan las reclamaciones sobre el lento desarrollo del proyecto. Las fechas límite no se cumplen o se ignoran. Se considera la posibilidad de obtener el producto final fuera del proyecto de ID.
Director del Proyecto	Cambio del director del proyecto a otra posición en la compañía, lo cual hace que pierda el interés por el proyecto.
Soporte de la alta gerencia	Retrasos en la aprobación de pedidos de materiales. Menos frecuencia en las reuniones entre el líder del proyecto y la alta gerencia.

*Tabla 5. : Modelo de señales de alarma tempranas (SAT)*

*Fuente: Angel Martinez Sanchez, Manuela Perez Perez. 2004. Early warning signals for R&D projects: An empirical study. Project Management Journal; Apr 2004; 35, 1: 11-23.*



#### 1.4. Indicadores de control para el éxito de Proyectos de I+D

Una vez definidas las señales tempranas de alarma, las cuales nos permiten actuar sobre las causas de fracaso en los proyectos es necesario determinar un serie de indicadores que nos permitan llevar el control del proyecto, las señales tempranas de alarma se pueden agrupar en categorías que nos permitan llevar un control simplificado del proyecto enfocándonos en los puntos críticos del desarrollo del mismo. Las métricas cuantitativas son fáciles de usar, y se recomiendan especialmente para etapas posteriores del proyecto de Investigación y Desarrollo, cuando toda la información cuantitativa esta disponible. Por otro lado, las métricas cualitativas son más adecuadas para etapas tempranas del proyecto, que es cuando muchas veces se tiene poca información y se hace difícil usar métricas cuantitativas. Las métricas cualitativas se basan en evaluaciones subjetivas que pueden ser transformadas en valores numéricos. Ambas métricas, cualitativas y cuantitativas son usadas para analizar proyectos de investigación y desarrollo (Hauser y Zettelmeyer 1997) y ambas están incluidas en el modelo de indicadores que se estudian en la terminación del proyecto de ID.

Indicador	Señal Temprana de Alarma
Rentabilidad	Desviaciones en el costo del proyecto
	Desviaciones en el tiempo estimado del proyecto
	Numero de proyectos en el portafolio
	Numero de usos esperados
Cooperación y soporte	Comunicación entre Departamentos
	Compromiso del Personal
	Soporte de la alta gerencia
	Director del Proyecto
	Falta de personal capacitado
Estrategia	Presion sobre el lider del proyecto
	El proyecto comparte la estrategia de la compañía
Interfase	Desarrollo de Metas Tecnológicas
	Documentos de calidad
	Apoyo del cliente
	Regulaciones gubernamentales

Tabla 6. : Indicadores para Señales Tempranas de Alarma

Fuente: Angel Martinez Sanchez, Manuela Perez Perez. 2004. Early warning signals for R&D projects: An empirical study. *Project Management Journal*; Apr 2004; 35, 1: 11-23.

Las categorías de indicadores (Tabla\_06) fueron denominadas: Rentabilidad, Cooperación y Soporte, Estrategia e Interfase. El la primera categoría esta relacionada a las desviaciones en costo, tiempo, portafolio de proyectos y usos esperados. Un amplio uso de estas señales de alarma indican que el monitoreo esta enfocado a valores económicos. La segunda categoría esta centrada en la comunicación y el soporte del equipo de proyecto, administradores y la organización, la comunicación entre los departamentos, personal del proyecto comprometido, soporte de la alta gerencia, el director del proyecto y presión sobre le líder de proyecto. El amplio uso de estas señales de alarma indican preocupación por los efectos negativos de la falta de cooperación y soporte en el desarrollo de los proyectos de I+D. La tercera categoría, Estrategia, está relacionada a el logro de metas tecnológicas y la concordancia del proyecto con la metas de la organización. Estas dos señales de alarma tienen en común el seguimiento en la planeación del proyecto. Finalmente, la cuarta categoría, Interfase, sugiere la interacción entre la organización del proyecto y agentes internos, tales como el gobierno o los clientes (Martinez y Perez 2004).

### **1.5. Métodos para la administración y control de Proyectos de I+D**

La administración de Proyectos de I+D a través de métodos tradicionales muchas veces se fundamentan en herramientas cualitativas y semi-cuantitativas tales como matrices de dos dimensiones. Estas matrices muchas veces muestran parámetros tales como fortalezas y el estado de la industria en la que se desarrolla el proyecto. Sin embargo, las investigaciones llevadas a cabo demuestran que el uso de dichos métodos no se complementa adecuadamente con la creación de valor para los dueños del negocio. Así mismo, se desarrollan nuevos métodos cuantitativos que investigan directamente cuanto valor agrega un portafolio de Proyectos de I+D a la compañía en la cual se desarrollan (Porkolab 2002).

Estos métodos pueden calcular los valores presentes netos esperados del portafolio usando, por ejemplo, la simulación de Monte Carlo. Una de tales nuevas soluciones es graficar el VAN<sup>5</sup> de los portafolios de proyectos contra las inversiones esperadas y el riesgo de cada portafolio (medido como la desviación estándar de la distribución del VAN), para identificar portafolios que puedan ser eficientes en costo y eficientes en riesgo. Basados en este análisis los portafolios pueden ser seleccionados de modo que ofrezcan el mayor retorno de la inversión y el menor riesgo (Joachim M. Greuel, Bioscience Valuation BSV GMBH, Graniau, Alemania)<sup>6</sup>.

No es necesario ver las técnicas de administración y evaluación como competidores entre ellas y escoger entre ellas a la mejor, sino que se deben ver a las técnicas como complementos y combinarlas. Esto se hace por dos razones (Porkolab 2002):

- ✓ Primero, las técnicas de evaluación eliminan información valiosa (por ejemplo, un simple VAN no revela nada acerca de los flujos de caja).
- ✓ Segundo, todas las técnicas de evaluación (como todos los modelos) no son del todo correctos y el hallazgo mas consistente de todas las investigaciones y pronósticos es la que se obtiene combinando varios modelos y este resultado es, a menudo, mas preciso que el que se obtiene usando solo un modelo (Gary Jonson de Inpharmation, Henley y Thames, UK)<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Valor actual neto o Valor presente neto son términos que proceden de la expresión inglesa Net present value. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

<sup>6</sup> Bioscience Valuation es una empresa de consultoría en administración enfocada en la biotecnología y la industria farmaceutica. La compañía se especializa en el análisis cuantitativo y cualitativo para la evaluación de Proyectos de I+D y productos de Mercado, portafolios de proyectos y productos.

<sup>7</sup> Inpharmation provee de Soluciones para el modelado de mercados para pronóstico de ventas, determinación de precios, plan de marketing, análisis de portafolios de Investigación y Desarrollo para muchas de las compañías líderes en la industria farmacéutica.

### 1.5.1. Métodos para la administración de proyectos de I+D

Existen cuatro modelos para la administración de portafolios de proyectos de investigación y desarrollo, de los cuales se consideran los tres primeros como los más relevantes con relación a la administración de proyectos individuales.

Estos modelos son (Cooper, Edgett et al. 1998):

- ✓ Modelos estratégicos
- ✓ Modelos financieros
- ✓ Modelos de valoración

#### **Modelos estratégicos**

La administración de proyectos basada en la planeación estratégica funciona bien en el campo de las métricas de desempeño y mediciones de satisfacción.

El alcance estratégico tiene fortalezas particulares en las áreas de alineamiento estratégico y prioridades estratégicas.

El alcance estratégico se ha visto positivamente en términos de lo siguiente:

- ✓ Se adecuan al estilo de administración para la toma de decisiones.
- ✓ Es un modelo muy bien entendido por la gerencia
- ✓ Es un modelo muy realista y captura muchos aspectos de la toma de decisiones.
- ✓ El modelo esta orientado al usuario y es fácil de usar.

Adicionalmente, los modelos estratégicos se conciben como aquellos que consiguen balancear la efectividad con la eficiencia en la toma de decisiones para la administración de portafolios de proyectos. La debilidad que presentan estos modelos es que no permiten realizar decisiones del tipo GO/KILL<sup>8</sup> en los proyectos (a pesar que todos los modelos fallan en esto, el modelo del alcance estratégico es mas débil que los demás).

#### **Modelos financieros**

A pesar de ser muy populares, los modelos financieros son considerados como los que tienen más debilidades que fortalezas.

- ✓ Los modelos financieros no son entendibles totalmente por la gerencia.
- ✓ No se pueden usar para decisiones GO/KILL
- ✓ No son modelos totalmente realistas, y fallan en el momento de capturar elementos clave de la situación y para la toma de decisiones.
- ✓ No son particularmente eficientes en el tiempo.

Al parecer no existe una fortaleza distintiva para este tipo de modelos.

---

<sup>8</sup> En este caso se mantiene el término en inglés GO/KILL para referirse a una decisión que implica la continuidad o cancelación del proyecto.

### Modelos de valoración

A pesar de que son usados en una pequeña cantidad de portafolios de proyectos, estos métodos tienen muchas particularidades interesantes, especialmente cuando se aplican a proyectos de alto valor y son adecuados para un estilo de administración en el cual la toma de decisiones se prioriza. Adicionalmente los modelos de valoración se desempeñan bien en términos estratégicos.

Las fortalezas y debilidades de cada uno de los modelos descritos se puede observar en la Tabla\_07 y la Tabla\_08, en la cuales se ha realizado una valoración de la efectividad de los modelos de administración contra ciertas características relevantes de los proyectos de I+D, esta información corresponde al resultado de la encuesta realizada por Cooper, Edgett y Kleinschmidt (1998).

	Modelos financieros	Modelos estrategicos	Modelo de valoración	Mejor modelo aplicable
Los proyectos estan alineados con los objetivos del negocio	3.76	4.08	3.95	-
El portafolio contiene proyectos de alto valor	3.37	3.77	3.82	Valoración y Estratégico
Los gastos reflejan la estrategia el negocio	3.50	3.72	3.59	-
Los proyectos se realizan dentro del tiempo estimado	2.79	3.22	3.13	Estratégico y Financiero
El portafolio tiene un buen balance de proyectos	2.80	3.08	3.20	
El protafolio tiene el numero adecuado de proyectos	2.50	2.93	2.70	Estratégico y Financiero

Nota: El promedio de uso se midió en una escala de 5 niveles del ensayo multiple de Duncan 1 (pobre) hasta 5 (excelente)

 Peor modelo aplicable al criterio

 Mejor modelo aplicable al modelo

*Tabla 7. : Fortalezas y debilidades para cada Modelo de Administración de Portafolios de Proyectos de I+D  
 Fuente: Adaptado de: Robert G. Cooper, Scout J. Edgett, Elko J. Kleinschmidt, 1998. Best Practices for Managing R&D Portfolios. Research Technology Management; Jul/Aug; 41, 4: 20-33.*

La Tabla\_07 muestra un resultado importante, el Modelo financiero resulta ser el peor Modelo para administrar Proyectos de I+D, sin embargo cuando se lo combina con el Modelo estratégico resulta ser una combinación adecuada para la administración de la mayoría de proyectos y para enfrentar las situaciones que se presentan en ellos.

Los Modelos estratégicos y de valoración son considerados mas adecuados para la administración de Proyectos de I+D, sin embargo se puede observar que muchas veces, este tipo de proyectos se desarrollan puramente bajo indicadores económicos.

	Modelos financieros	Modelos estrategicos	Modelo de valoración
Modelo usado para tomar decisiones del tipo Go/Kill	2.87	2.87	2.95
Se adecua al estilo de administración usado	3.52	3.72	3.73
Es comprensible por parte de la gerencia	2.83	3.25	3.13
Es amigable y facil de usar	3.10	3.14	3.04
Es un metodo realista	3.06	3.16	3.13
Se tiene la impresión de eficiencia	3.09	3.23	3.47
Se tiene la impresión de efectividad	3.08	3.29	3.47
Modelo calificado como excelente	2.91	3.06	3.04
La compañía recomendaría este metodo	2.80	3.06	2.82

Nota: El promedio de uso se midió en una escala de 5 niveles del ensayo multiple de Duncan 1 (pobre) hasta 5 (excelente)

 Peor modelo aplicable al criterio

 Mejor modelo aplicable al modelo

Tabla 8. : Fortalezas y debilidades para cada Modelo de Administración de Portafolios de Proyectos de I+D  
 Fuente: Adaptado de: Robert G. Cooper, Scout J. Edgett, Elko J. Kleinschmidt, 1998. *Best Practices for Managing R&D Portfolios. Research Technology Management. 41, 4: 20-33.*

La Tabla\_08 indica los vacíos que presentan los modelos de administración de proyectos de I+D, dichos vacíos son:

- ✓ Los modelos no permiten tomar decisiones con respecto a si se debe seguir o cancelar un proyecto.
- ✓ Los modelos no se adecuan fácilmente a los estilos de administración de las personas que los dirigen
- ✓ Los modelos no son amigables y no tan faciles de usar
- ✓ Los modelos puramente financieros no son siempre comprensibles por parte de la gerencia
- ✓ Los modelos puramente financieros no son percibidos como realistas.

### 1.5.2. Métodos para el control de proyectos de I+D

El método mas simple para el control formal de un Proyecto de I+D involucra la revisión de un checklist para cada proyecto considerado. Cada proyecto, es ranqueado sobre la base de cada indicador listado. Los checklist poseen la virtud de la simplicidad y facilidad de uso mientras que proporcionan una estructura formal y agrupada de los procesos de I+D para la toma de decisiones. Sin embargo, usar checklist para diferentes proyectos hace que sean

difíciles de comparar entre si porque no se le asigna un peso o valoración a los criterios individuales de cada evaluación. Los modelos de valoración tienden a remediar este problema asignando pesos a los criterios individuales y sumando los resultados en un solo valor para el proyecto. Para poder trabajar con los resultados adimensionales de los checklist y los modelos de valoración. Los tomadores de decisiones en proyectos de I+D usualmente se soportan en tasas de costo beneficio y análisis financiero, estos métodos tienen la ventaja distintiva de requerir que los tomadores de decisión claramente cuantifiquen el avance o terminación de un proyecto. Es importante señalar que más del 80% de las compañías elaboran sus propios checklist. Esta técnica permite la integración de información cualitativa y cuantitativa, la cual es muy valiosa para ambientes proyectizados tales como los de Investigación y Desarrollo de implementación de nueva tecnología, o donde es necesario prestar mayor atención a información cualitativa (Martinez y Perez 2004). (Ver Tabla\_09)

Técnica para el monitoreo de proyectos	Porcentaje de compañías que usan la técnica (n=114)	Promedio de uso (n=114)	%R&D/Ventas menores al 2% (n=44)	%R&D/Ventas superiores al 2% (n=70)
Checklist	82	3.48	3.75	4.73
Tasas	75	2.71	3.68	4.31
Análisis financiero	65	2.54	3.62	4.25
Puntuación	42	1.89	2.05	1.74

Tabla 9. : Significado y diferencia en el uso de las técnicas para el monitoreo de de proyectos de acuerdo al esfuerzo de la compañía en I+D

Fuente: Angel Martinez Sanchez, Manuela Perez Perez. 2004. Early warning signals for R&D projects: An empirical study. *Project Management Journal*; Apr 2004; 35, 1: 11-23.

## 1.6. El proceso de definición de la planeación de Proyectos de I+D.

La administración de proyectos consiste en un conjunto de procesos que se interrelacionan de forma recurrente. Los procesos que conforman la administración de proyectos son cinco: Procesos de Iniciación, Planeación, Control, Ejecución y Cierre.

Este trabajo de investigación se centra solo en los procesos de iniciación y planeación, ya que el producto de esta área de la administración de proyectos es el plan del proyecto, el cual es el documento base para la ejecución y control de los proyectos (Figura\_02).

Se toma como punto de partida los procesos de planeación porque, como se ha podido identificar en los apartados anteriores, son la base para organizar y estructurar los indicadores de desempeño, modelos de administración, criterios de evaluación y métodos de control descritos.

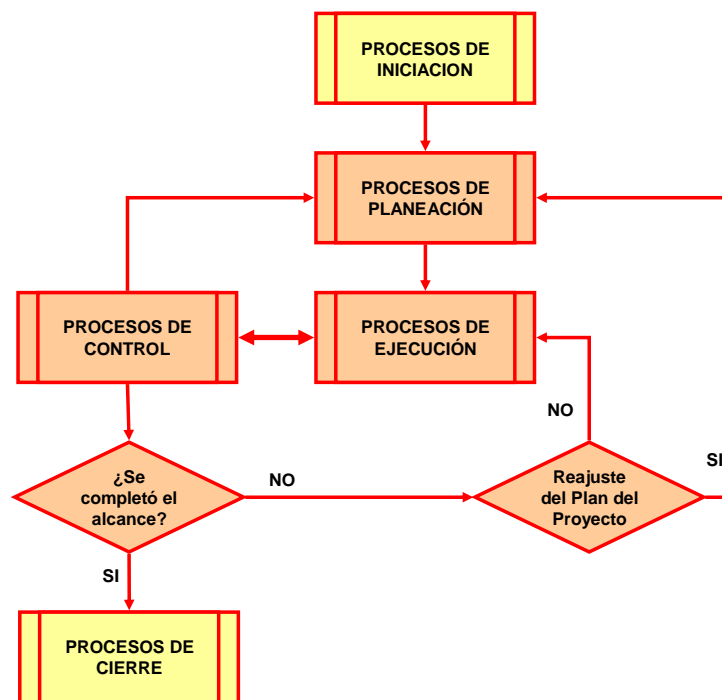


Figura 2. : Procesos de la Administración de Proyectos

Fuente: Abdomerovic, Muhamed. 2002. *Brainstorming the PMBOK Guide The complete reference for relating and chronologically sequencing process inputs and outputs.* Louisville. Kentucky. Project Management Publications.

Una vez identificado el proceso de la administración de proyectos en el cual se va a trabajar, se integran los conceptos desarrollados anteriormente para generar un modelo en el cual se observen las relaciones entre las señales de alarma tempranas, los indicadores de desempeño, los métodos de control, los criterios de evaluación, los modelos de administración, los factores de éxito, las deficiencias y vacíos identificados en las prácticas actuales de la administración de proyectos. Estas interrelaciones se pueden observar en la Figura\_02.

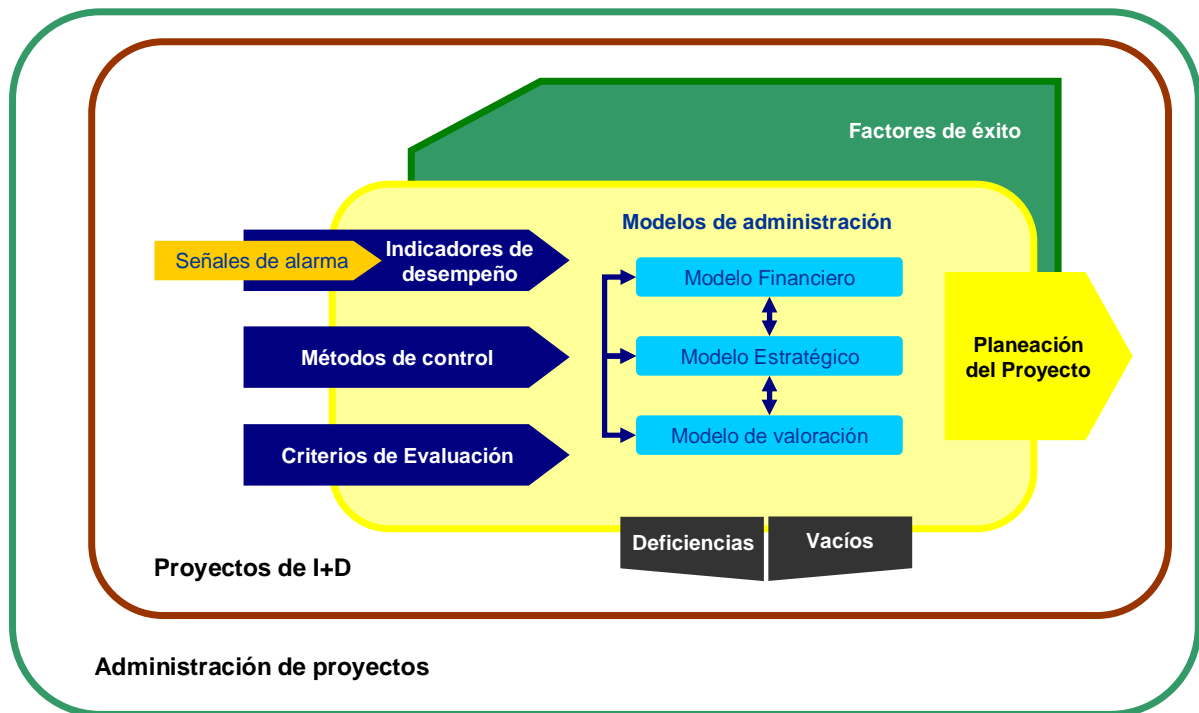


Figura 3. : Modelo de planeación para proyectos de I+D  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura\_03 se observa que las Señales de alarma son la base para la definición de los indicadores de desempeño (Tabla\_06). Los indicadores de desempeño, los métodos de control y los criterios de evaluación son las entradas para el proceso de conformación de los modelos de administración para los proyectos de I+D, este proceso de conformación del modelo está soportado por los factores críticos de éxito (Ver Tabla\_04). Todo este proceso tiene como resultado la Planeación del proyecto, que, como se explicó líneas arriba constituye una serie de sub procesos cuyo producto final es el plan del proyecto.

Se han identificado los aspectos más importantes de la administración de Proyectos de I+D, con base en las investigaciones ya realizadas en esta área de estudio y conocimientos prácticos ya probados se han formado las bases teóricas para el desarrollo de un Modelo de Planeación para Proyectos de Investigación y Desarrollo que será detallado en los capítulos siguientes.



## **1.7. El caso de México en cuanto a I+D**

En México, las estadísticas que hacen referencia a la investigación y al desarrollo científico no se encuentran adecuadamente establecidas y hace falta mucho trabajo para definir los indicadores de éxito de los proyectos que se llevan a cabo en el país. Es por ello – y ante la importancia que el fenómeno ha cobrado –, que las organizaciones internacionales y las especializadas en el tema están poniendo particular atención en su conceptualización y medición. En México, el avance que ha alcanzado este fenómeno y su medición es incipiente, aun cuando la institución encargada de su promoción realiza importantes esfuerzos por revertir esta situación. En particular, se ha puesto en operación un sistema de información sobre ciencia y tecnología que, sobre un esquema de nodos, vincula a todas las instituciones que trabajan dentro de este ámbito, de manera que intercambian la información que producen, conforme a procedimientos y formas previamente acordados (INEGI 2006).

En México, la inversión en I+D se observa desde dos puntos de vista: por sector de ejecución y por sector de financiamiento. El sector de ejecución se refiere a la institución o empresa que realiza la investigación y desarrollo, ya sea con recursos propios o financiado por algún agente externo; mientras que el sector de financiamiento se entiende por el sector que paga la I+D, aún cuando no sea este sector quien la lleve a cabo (CONACYT 2006). Desde este punto de vista la I+D se evalúa en función de cantidades de financiamiento entregadas y recibidas por las diversas unidades de investigación, es por ello que el éxito de la I+D se mide en función del financiamiento recibido, sin embargo no se lleva un control o un indicador que refleje el éxito conseguido con las investigaciones que se realizan.

### **1.7.1. Organizaciones dedicadas al financiamiento y desarrollo de I+D en México**

La principal fuente de financiamiento del Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) en 2004 fue el sector Gobierno, tanto Federal como Estatal, el cual aportó el 54.5 por ciento del total. A pesar de que esta cifra es menor comparada con el porcentaje financiado en 2003 (60.0%), el Gobierno continúa como la principal fuente de recursos para realizar actividades de I+D, siendo que la contracción en el monto de recursos destinados a este rubro puede ser consecuencia de la disminución en el gasto de inversión del Gobierno Federal. Es importante resaltar que una parte importante de los recursos destinados por el Gobierno a la Investigación y Desarrollo se canalizan a través del sector de Instituciones de Educación Superior. En segundo lugar en el financiamiento del GIDE se tiene al Sector Productivo, quien paga 35.4 por ciento del total. Destaca la tendencia creciente de este sector en su participación como proveedor de recursos monetarios, tanto en términos relativos como absolutos. De esta manera, este sector nuevamente registra un máximo histórico en el aporte de recursos para la investigación y desarrollo experimental. Las Instituciones de Educación Superior (IES) se encuentran en tercer lugar en el pago de la I+D, ya que contribuyen con el 8.1 por ciento del GIDE total. Cabe aclarar que estos recursos se refieren a las aportaciones de las IES con base en recursos propios y no se contabiliza en este rubro las aportaciones del Gobierno. Esta es la razón por la cual hay una diferencia sustantiva entre el monto financiado y ejecutado por las IES (CONACYT 2006).

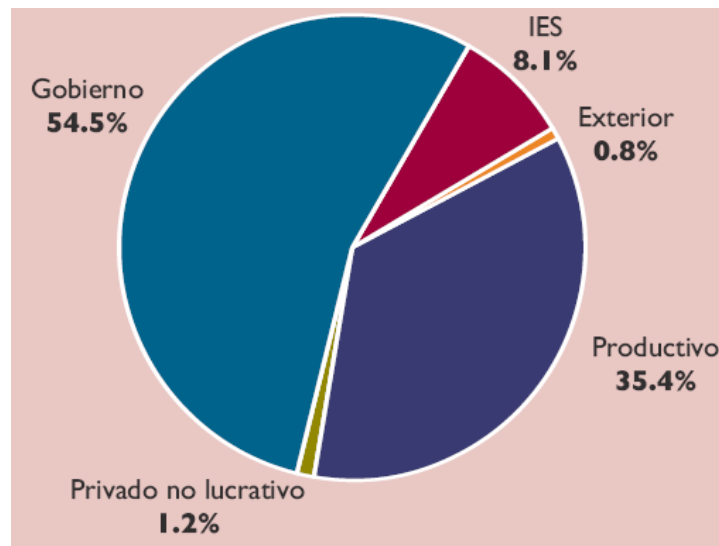


Figura 4. : Estructura del financiamiento para I+D en México, 2004  
Fuente: CONACYT (2006). Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología - México. Mexico D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El sector que lleva a cabo la I+D, la cual no necesariamente es financiada por la misma institución o empresa, sino por un agente localizado en otro sector. Un claro ejemplo de esta situación es la investigación desarrollada en instituciones de educación superior, la cual en su mayor parte es financiada por el Gobierno. En México, el sector de las IES es el que realiza la mayor parte de la investigación y desarrollo con 36.0 por ciento del total de la ejecución, situación que muestra la importancia que tienen estas instituciones no sólo en la formación de recursos humanos, sino también en la generación de conocimiento y su aplicación para la solución de problemas, si bien es cierto que en éste último rubro aún es posible desarrollar el gran potencial de este sector. En segundo término, se encuentra el sector productivo con la ejecución de 31.7 por ciento de la I+D, aunque en el caso de este sector la mayor parte de sus actividades están enfocadas al desarrollo tecnológico, en virtud de la rentabilidad en el corto y mediano plazo que las empresas esperan de sus proyectos de investigación, si bien es cierto que algunas empresas, sobre todo de la industria farmacéutica o química, llevan a cabo investigación básica. El gobierno se ubica ligeramente por debajo del sector privado con 30.8 por ciento de la I+D ejecutada en 2004, pero en el caso de este sector se tiene que la mayor parte de la I+D se lleva a cabo en su mayoría en investigación aplicada. Finalmente, el sector privado no lucrativo es aún pequeño relativamente hablando tanto en el financiamiento como en la ejecución de la I+D, ya en este último caso, únicamente se llevó a cabo 1.5 por ciento de estas actividades en las instituciones sin fines de lucro (CONACYT 2006).

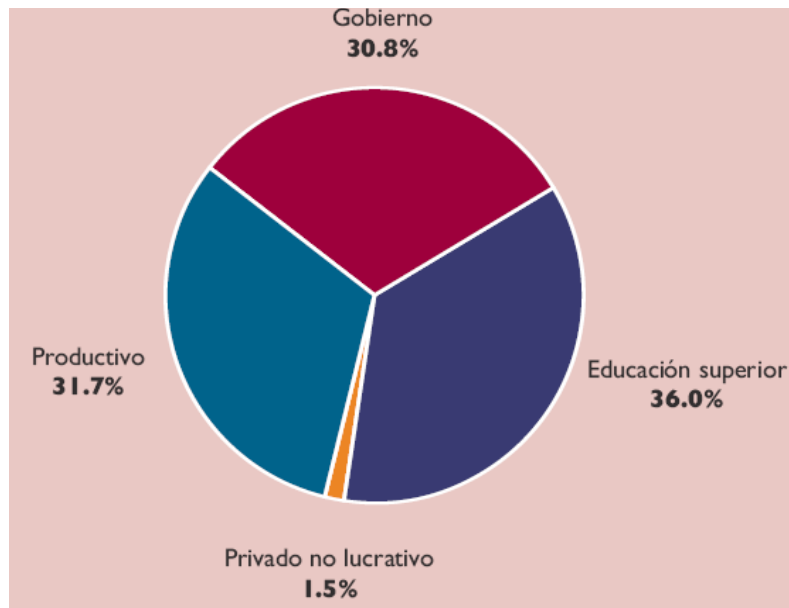


Figura 5. : Estructura de la ejecución de I+D en México, 2004

Fuente: CONACYT (2006). Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología - México. Mexico D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

### **El Gobierno de la Federación**

Las Instituciones del Gobierno financian las actividades de I+D a través de sus recursos fiscales y recursos propios. El CONACYT, es por excelencia una institución dedicada al financiamiento y apoyo de las actividades de CyT entre ellas las de I+D (CONACYT 2002).

Comprende a las:

- ✓ Dependencias y entidades de los gobiernos federal, estatal y municipal.
- ✓ Instituciones privadas no lucrativas controladas y financiadas por el gobierno.

El sector gobierno autofinancia la mayor parte de sus investigaciones, al pagar un 90% de su gasto en I+D. Con relación a otros sectores, financia la mayor parte de la investigación realizada en las IES (Instituciones de Educación Superior) (CONACYT 2002).

Entre las principales instituciones se encuentran:

- ✓ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- ✓ Centros públicos de Investigación CONACYT
- ✓ Secretaría de Energía
- ✓ Instituto Mexicano del Petróleo
- ✓ Instituto de Investigaciones Eléctricas
- ✓ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
- ✓ Petróleos Mexicanos
- ✓ Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- ✓ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

- ✓ Universidad Autónoma Chapingo
- ✓ Colegio de Postgraduados
- ✓ Instituto Nacional de la Pesca
- ✓ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

### **Instituciones de Educación Superior (IES)**

Comprende a las (CONACYT 2002):

- ✓ Universidades, institutos tecnológicos y otras instituciones a nivel profesional medio, públicas y privadas.
- ✓ Institutos de investigación, clínicas experimentales y hospitales, administrados o asociados a Instituciones de educación superior.

Entre las IES que realizan actividades de I+D se encuentran (CONACYT 2002):

#### **Públicas**

- ✓ Universidad Nacional Autónoma de México
- ✓ Universidad Autónoma Metropolitana
- ✓ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
- ✓ Instituto Politécnico Nacional
- ✓ Universidad Autónoma del estado de México
- ✓ Universidad Autónoma de Nuevo León

#### **Privadas**

- ✓ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
- ✓ Instituto Tecnológico Autónomo de México
- ✓ Universidad de las Américas

El financiamiento a las Instituciones de Educación Superior Públicas proviene principalmente del Sector Gobierno, el cual aporta cerca del 85% del total. Por su parte, las instituciones privadas financian su gasto en I+D principalmente con fondos propios. Casi la totalidad de los recursos propios destinados a I+D por parte de las IES se canaliza dentro del propio sector. Se observa que las IES ejecutan actividades de investigación por una cantidad considerablemente mayor que la que financian (CONACYT 2002).

### **El Sector Productivo**

Comprende a las (CONACYT 2002):

- ✓ Empresas, organizaciones e instituciones generadoras de bienes o servicios (excepto las IES)
- ✓ Empresas paraestatales, cuya actividad principal es la producción y venta de bienes y servicios.
- ✓ Instituciones privadas no lucrativas que prestan servicios a las empresas.

Existen diversas empresas en México que se encuentran involucradas en el proceso de generación de tecnología propia, que les permita posicionarse como empresas líderes en su ámbito industrial o comercial, a través de la mejora sustantiva de sus productos, procesos o servicios que ofrecen a sus clientes. Las principales fuentes de financiamiento del sector privado, son los recursos propios y los fondos transferidos entre las propias empresas. Las empresas financian sus propias actividades de I+D en cerca del 90%. Solo en la industria de la Electricidad, gas y suministro de agua (servicios públicos) es financiada en un 100% por el Sector Gobierno, esto debido al carácter público en la generación de energía eléctrica. En la rama manufacturera, las empresas financian sus propias actividades de I+D en un 98% en promedio. Solo en la rama de madera, papel, imprentas y publicaciones es financiada en un 10% por el Sector Gobierno (CONACYT 2002).

Dentro del grupo de empresas con mayor gasto en I+D en 1999, se destacaron:

Empresa	Sector
Empresa Tecnológica Ericsson, S.A. de C.V.	Comunicaciones
Instituto Latinoamericano para la Comunicación Educativa	Servicios educativos
Mexicana de Cananea, S.A. de C.V.	Minería
Manufacturera Mexicana de Partes de Automóviles	Manufactura

Tabla 10. : Empresas con mayor gasto en I+D en 1999

Fuente: CONACYT. (2002). "Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología."  
<http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/docs/contenido/PresentacionCtaNaICyT4.ppt>.

Revisado: Agosto 12, 2007, de:

## El Sector Externo

Comprende a las (CONACYT 2002):

- ✓ Instituciones localizadas fuera de las fronteras políticas del país a excepción de vehículos terrestres, aéreos y marítimos utilizados por instituciones nacionales.
- ✓ Sector que como agente financiador apoya principalmente al sector Gobierno y a las IES.

Sector Productivo	Miles de pesos
<b>Agricultura</b>	-
<b>Minería</b>	<b>46,043.00</b>
<b>Manufactura</b>	<b>3,928,698.00</b>
Alimentos, bebidas y tabaco	495,274.00
Textiles, prendas de vestir, piel y cuero	394,031.00
Madera, papel, imprentas y publicaciones	98,258.00
Carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico	908,358.00
Productos minerales no metálicos	141,074.00
Metales básicos	62,840.00
Productos fabricados de metal (excepto máquina y equipo)	57,872.00
Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte	1,495,342.00
Muebles y otras manufacturas especificadas en otra parte	275,649.00
<b>Electricidad, gas y suministro de agua (servicios públicos)</b>	<b>122,326.00</b>
<b>Construcción</b>	<b>17,632.00</b>
<b>Servicios</b>	<b>3,186,502.00</b>
<b>Total</b>	<b>7,301,201.00</b>

Tabla 11. : GID financiado por el sector productivo por industria, 2002

Fuente: CONACYT. (2002). "Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología." <http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/docs/contenido/PresentacionCtaNaCyT4.ppt>.

Revisado: Agosto 12, 2007, de:

### 1.7.2. Problemas identificados en el desarrollo de proyectos de I+D en México

Desde hace muchos años, hay un interés continuo por conocer los proyectos de investigación que se están realizando. Dos problemas centrales son la definición de qué es un proyecto y la actualización de la información. Se recomienda tender hacia una definición restringida que detecte solo los proyectos importantes (Carvajal, Jiménez et al. 1984). En la actualidad, todas las instituciones de educación superior que realizan investigación están sistematizando los registros que hacen referencia a los proyectos de investigación que llevan a cabo, a las personas involucradas y a los recursos asignados (INEGI 2006).

Como se observa en la información presentada, la inversión en I+D es considerable y las instituciones que participan pertenecen a diversas áreas del sector productivo, además se observa que los métodos de medición y control de la efectividad de los proyectos que se desarrollan es aun incipiente por lo que se puede vislumbrar la necesidad de contar con un modelo que permita estandarizar la información y procedimientos que se manejan en los proyectos de I+D y permita además conocer cuales son los proyectos más importantes que se están desarrollando.

Con respecto a la medición del nivel de organización y eficacia de las unidades de investigación en México, la UNESCO en coordinación con el CONACYT y el IIMAS desarrollaron una encuesta que buscó proporcionar la información sobre el estado de las organizaciones que desarrollan I+D. Algunos de los resultados de dicho estudio se muestran y analizan a continuación.

La satisfacción de los miembros del equipo de investigación con respecto a la capacidad de planeación de los encargados de las unidades de investigación (ver Tabla\_12) se observa que solo el 32% de los encuestados esta satisfecho con la capacidad de planear de sus supervisores. Este es un claro indicador de la necesidad de una herramienta de planeación para el desarrollo de proyectos de I+D que mejore la percepción de los miembros del equipo investigador con respecto a sus supervisores.

Nivel de Aceptación	% de miembros en Unidades de Investigacion
Se aplica A	32.00
Tendencia a A	34.00
Intermedio	21.00
Tendencia a B	9.00
Se aplica B	3.00
No aplica	1.00
Sin respuesta	-

- A *Estoy muy satisfecho con mi supervisor con respecto a su capacidad para planear*  
 B *Estoy insatisfecho con mi supervisor con respecto a su capacidad para planear*

*Tabla 12. : Satisfacción con la competencia profesional, liderazgo y capacidad de organización del supervisor - Capacidad del supervisor para planear*  
 Fuente: Jiménez, J. (1988). *Encuesta sobre la organización y eficacia de las unidades de investigación en México. Mexico, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.*

La administración del trabajo de investigación de la unidad y de sus resultados en específico en lo referente a la planeación y diseño de los proyectos de investigación se observaron los siguientes resultados (ver Tabla\_13): Con respecto a los horizontes de planeación se observa que la planeación a largo plazo (mas de 5 años) muestra una baja percepción con respecto a la importancia, solo el 27% de los encuestados la consideraron de mucha o gran importancia, la situación mejora con respecto al planeacion a mediano y corto plazo pero la importancia otorgada a esta actividad sigue siendo baja con un 64% para el mediano plazo y un 60% para el corto plazo. La planeacion a corto plazo así como la optimización de recursos, plazos y metas debería contar con un mayor grado de importancia ya que es la que determina las actividades diarias de investigación.

Actividades	Científicos e Ingenieros según el nivel de atención				
	Muy Grande	Mucha	Moderada	Poca	Muy Poca o Ninguna
Planeación a largo plazo (5 años o más)	9.00	18.00	29.00	17.00	18.00
Planeación a mediano plazo (2 - 5 años)	23.00	41.00	21.00	7.00	5.00
Optimación entre recursos, plazos y metas	23.00	37.00	27.00	8.00	4.00
Contactos con los usuarios potenciales de los resultados previstos	14.00	28.00	30.00	16.00	8.00
Contactos con asociados potenciales del exterior, interesados en participar en la investigación	8.00	21.00	25.00	21.00	19.00
Contactos con proveedores externos de servicios de CyT que serán posiblemente necesarios para los proyectos de investigación	8.00	20.00	27.00	19.00	16.00
Participación de los miembros de la unidad en la planeación y diseño de los proyectos de investigación	28.00	38.00	19.00	7.00	6.00

*Tabla 13. : Administración del trabajo de investigación de la unidad y de sus resultados - Atención a la planeación y diseño de los proyectos de investigación dentro de la unidad*  
 Fuente: Jiménez, J. (1988). *Encuesta sobre la organización y eficacia de las unidades de investigación en México. Mexico, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.*

En México, la problemática de los proyectos de I+D no es diferente a la revisada en el ámbito internacional, sin embargo a nivel local no se cuenta con información cuantitativa que nos permita conocer el grado de eficiencia de los proyectos que se desarrollan. Lo que si queda claro es que se necesita de una herramienta de planeación que permita llenar los vacíos revisados en las secciones anteriores con respecto a la organización y planeación del trabajo que se realiza.



## 1.8. Conclusiones

Se encontró que todos los elementos estudiados a nivel internacional y nacional apuntan a la definición de una herramienta de planeación de carácter práctico que permita llenar los vacíos identificados en el estudio de la problemática de los proyectos de I+D.

El campo de aplicación de la herramienta que se desarrolle es muy amplio ya que son muchas instituciones y organizaciones en el país que están adoptando la I+D como una ventaja competitiva que se debe desarrollar a la par de las operaciones de producción que realizan cotidianamente.

Se encontró que la “rentabilidad” es un predictor consistente de las señales de alarma tempranas Proyectos de I+D. Se le nombro rentabilidad porque el tema común que conecta las cuatro señales de alarma y es un indicador de la erosión de los beneficios económicos causados por demoras y sobrecostos. Este indicador esta asociado a factores de éxito tales como metas claras, contar con personal capacitado, cronogramas realistas, buena planeación y conformación de los equipos.

El indicador “Estrategia”, incluye el logro de metas tecnológicas, los factores de éxito relacionados a esto son: contar con personal capacitado, metas claras y canales de comunicación claros. Este resultado sugiere que la administración de Investigación y Desarrollo afecte las decisiones del proyecto estableciendo metas congruentes, proporcionando soporte y ejercitando el control y organización del equipo de trabajo.

Un pequeño estudio de factibilidad, que a veces puede reducirse a algunas estimaciones y cálculos menores, es un aspecto crucial en la conceptualización del proyecto y para la identificación de las dimensiones tecnológicas del mismo. Estas dimensiones son un parámetro de evaluación para el desempeño de los productos, procesos y equipos que deben tomarse en consideración al conformar el paquete tecnológico.

En la actualidad la pregunta no es si se debe realizar una evaluación apropiada y rigurosa sino ¿Cómo hacerla?, ¿Cuál es el proceso adecuado?, ¿Cuál es método adecuado?, ¿Cuál es al herramienta adecuada? Existen muchos alcances posibles que direccionan estas preguntas y muchos de ellos han sido puntualizados en este trabajo. Un tema común en los datos presentados ha sido el énfasis que se ha puesto en el hecho de que debido a la naturaleza especial de los Proyectos de I+D, algunas de las técnicas tradicionales de evaluación no son siempre adecuadas para los proyectos de este tipo.

Es importante identificar las áreas de oportunidad para la creación de valor, lo cual llenaría los vacíos metodológicos proporcionando acceso a nuevos métodos y modelos de planeación de proyectos reduciendo la incertidumbre comercial o técnica de las nuevas ideas que se deseen desarrollar.

Los modelos de administración de Proyectos de I+D presentan los siguientes vacíos metodológicos: Los modelos no permiten tomar decisiones con respecto a si se debe seguir o cancelar un proyecto, los modelos no se adecuan fácilmente a los estilos de administración de las personas que los dirigen, los modelos no son amigables y no tan fáciles de usar, los modelos puramente financieros no son siempre comprensibles por parte de la gerencia, los modelos puramente financieros no son percibidos como realistas.

La conclusión general es que ninguno de los métodos tiene un monopolio en la mejor manera de planear y administrar un Proyecto de I+D, ni siquiera los más populares dejan de tener debilidades. Esta conclusión sugiere que ningún método proporciona una solución universal, y puntualiza que es necesario un alcance híbrido o combinado – usando diversos métodos en forma concurrente – como una solución preferida. Adicionalmente se debe dejar de enfatizar el uso de métodos financieros como un alcance dominante.

## **Capítulo 2: Marco teórico.**

### **2.1. Introducción**

El objetivo de este capítulo es presentar los conceptos teóricos que servirán de base a la formulación del modelo propuesto y que permitirán tener una concepción global del sistema en estudio (proyectos de I+D).

En concordancia con la línea de pensamiento que evolucionó a partir de los años cuarenta, y culminó con nuevos enfoques conceptuales de la actividad humana (control, comunicación y cibernética), se considera que los sistemas de I+D son sistemas teleológicos. Estos sistemas se definen como un conjunto de elementos interrelacionados que tienen la habilidad de elegir entre diversos objetivos, y las formas para alcanzarlos (Jiménez 1988), son del tipo de sistemas que se dice que parecen organismos vivos ya que son sistemas diseñados por y para el hombre. Es por esto que dentro de los sistemas de I+D es posible estudiar a los proyectos de I+D como un sub sistema también del tipo teleológico y esto nos presenta la pauta de orientar el proceso de planeación de este tipo de proyectos a partir del proceso de conducción a través de los objetivos primarios que motivan el proyecto. El enfoque de la planeación en el proceso de la conducción se adapta muy bien a este fin y es posible definir al objeto conducido y al sistema conducente para la construcción del marco teórico para el modelo que se plantea en este trabajo de investigación.

El objeto conducido se definió en el primer capítulo de este trabajo y es a través de la revisión de la información desarrollada hasta el momento en cuanto a planeación, formulación de fines, planeación normativa y administración de proyectos que se construye cada uno de los elementos del sistema conducente para el objeto conducido seleccionado.

El sistema conducente estará formado por un conjunto de subsistemas que a su vez se reflejan en modelos o esquemas que se recomienda seguir para la formulación de un plan de proyecto y en específico de un proyecto de investigación y desarrollo. En el desarrollo de los componentes del sistema conducente se realiza un proceso de construcción por descomposición, en el cual los conceptos manejados (Planeación en el proceso de conducción, Formulación de Fines, Planeación Normativa, Administración de Proyectos), son analizados para poder extraer de ellos los elementos que son acordes con las características de los proyectos de I+D y posteriormente son sintetizados para obtener un nuevo concepto que sea aplicable al problema que se busca resolver.

## 2.2. La planeación y el proceso de conducción.

Utilizaremos las ideas de Gelman y Negroe (1982), para exponer la función de la planeación como proceso básico de dirección en un proyecto de investigación y desarrollo. De acuerdo con estos investigadores en el proceso de conducción<sup>9</sup> se presentan un agente de cambio y desarrollo de un sistema, y este enfoque implica la necesidad de usar el enfoque de sistemas para analizar las relaciones entre estos dos elementos a los cuales se les denomina objeto conducido (sistema sobre el que se opera el cambio y desarrollo) y sistema conducente (sistema que se estructura para conseguir el cambio y desarrollo del objeto conducido).

El proceso de conducción se manifiesta como la relación determinante entre el sistema conducente (administración del proyecto) y el objeto conducido (proyecto de I+D). Esta relación se visualiza a través del análisis y contraposición de dos paradigmas: conducción correctiva y conducción planeada.

La conducción correctiva se define por las presiones del momento, trata de mantener al objeto conducido en un estado deseado y lograr su optimización local. (Figura\_06).

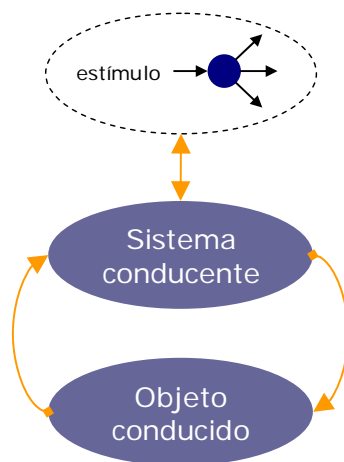


Figura 6. : Paradigma de la conducción correctiva

Fuente: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) Junio 253-270.

El otro tipo de conducción se presenta cuando se ha preestablecido un estado futuro deseado del objeto conducido, así como ciertos criterios para seleccionar y organizar las actividades adecuadas, en forma de programas y proyectos, que contribuyan al cambio del estado actual al deseado. (Figura\_07).

---

<sup>9</sup> Gelman y Negroe (1982), indican que el concepto que en inglés se denota con el término management, no cuenta en español con una palabra que lo defina en su totalidad, sino que constituye un conjunto de significados que cubren aspectos tales como regulación, gobernación, manejo, administración, control, gerencia, conducción, dirección, mando, guía y los verbos timonear y regir; por lo que consideraron como apropiado el término de conducción para denotar mejor la acepción mediante el cual lo usan.

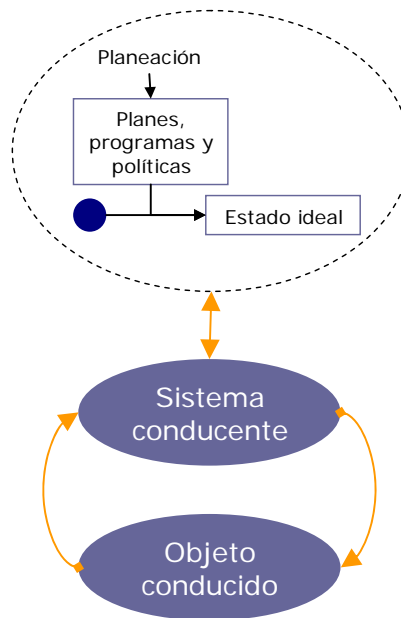


Figura 7. : Paradigma de la conducción planeada

Fuente: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) Junio 253-270.

Se puede decir que la conducción consiste en un proceso de cambio controlado del objeto conducido (proyecto de I+D), según ciertos objetivos, a través de actividades que lo garanticen, y sirve para seleccionar y realizar la trayectoria adecuada de cambio.

Con este marco de referencia, la planeación se considera una actividad adicional, que apoya al proceso de conducción, visualiza y especifica el objeto conducido, los objetivos de la conducción y las actividades que permiten realizar el cambio; de manera directa, a través de programas y proyectos, e indirecta, mediante criterios adoptados por el sistema conductor en turno (Gelman y Negroe 1982).

Dentro del sistema conductor pueden identificarse procesos, y el proceso fundamental es el de toma de decisiones, que se divide en dos etapas. La primera actúa según el momento presente y el corto plazo, sus problemas son los que van surgiendo en el tiempo. La segunda etapa, que de alguna manera se desvincula de las acciones inmediatas que requiere el sistema, se orienta hacia la construcción de objetivos y su logro a más largo plazo, tratando de obtener soluciones integrales.

Los procesos del sistema conductor se definen al analizar sus vínculos con el sistema conducido. (Figura\_08).

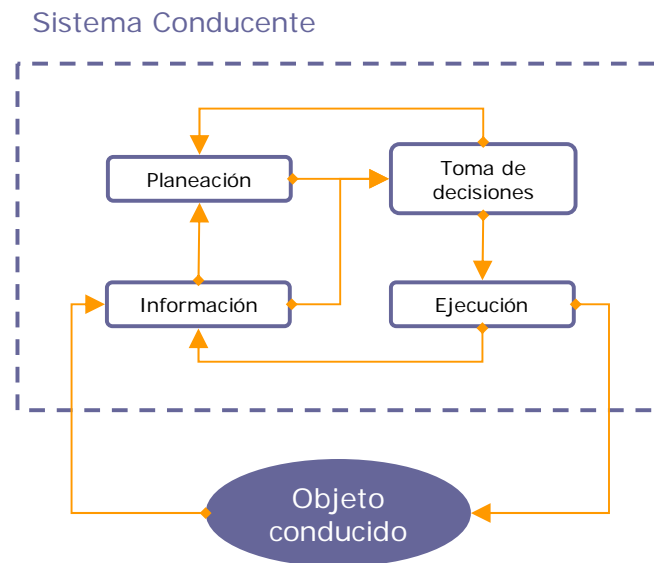


Figura 8. : Representación funcional del sistema conducente

Fuente: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) Junio 253-270.

El primer vínculo, la información, permite al proceso de toma de decisiones y al de planeación conocer los elementos necesarios para desempeñar sus funciones. Es necesario en cualquier momento conocer el estado actual del sistema conducido, de manera que el sistema conducente capte la información a través de indicadores relevantes que provengan no únicamente del sistema conducido, sino de otros sistemas vinculados, de modo que la toma de decisiones sea adecuada al medio en que funciona el sistema. Para el proceso de planeación es necesario adicionar información acerca del desarrollo del sistema conducido, información proveniente de los procesos de toma de decisiones y la de otros sistemas relacionados (Gelman y Negroe 1982).

La efectividad del proceso de toma de decisiones y el de planeación depende de la información disponible en el momento, de ahí la importancia de contar con un diseño conceptual del proceso de información (que bien puede considerarse un subsistema), que permita captar, generar, seleccionar, transmitir procesar y presentar la información. Este subsistema información puede emplearse como retroalimentador del proceso de toma de decisiones al proporcionar información respecto del estado actual del sistema, los resultados de las acciones ejecutadas y las condiciones de sistemas exteriores influyentes.

El segundo vínculo entre el sistema conducido y el subsistema conducente es la implementación o ejecución de acciones, como resultado de los procesos de planeación y toma de decisiones (Gelman y Negroe 1982).

Para la conducción de los proyectos de I+D, se considera adecuado emplear el paradigma de la conducción planeada (Figura\_07), debido a que este enfoque se presenta cuando se ha preestablecido un estado futuro deseado del objeto conducido. En el momento de realizar la planeación de un proyecto de cualquier tipo ya se cuenta con el problema identificado y se presenta la etapa en la cual se debe instrumentar la solución que se busca implantar o desarrollar.

Ya que se ha seleccionado el paradigma de la conducción planeada, se le otorga mayor importancia al subsistema de planeación sin dejar de tener en cuenta sus relaciones con los demás subsistemas. El sistema de planeación es el encargado de satisfacer al tomador de decisiones en sus necesidades de conocimiento e información, estipulando los datos que requiere (Gelman y Negroe 1982).

### 2.3. El proceso de planeación.

Es frecuente que los procesos de planeación se confundan o sustituyan con el de captación de información. La literatura es abundante en ejemplos de sustitución de los procesos de planeación por el de recopilación de datos y captación de información no relevante (Sanchez y Fuentes 1995). Esto se explica por la falta de estructura de la planeación preestablecida. Se sabe que la planeación no se restringe a la producción de planes sino que incluye su implantación y revisión; es así que, en una primera fase, el sistema de planeación se descompone en cuatro subsistemas funcionales. (Figura\_09) (Gelman y Negroe 1982).

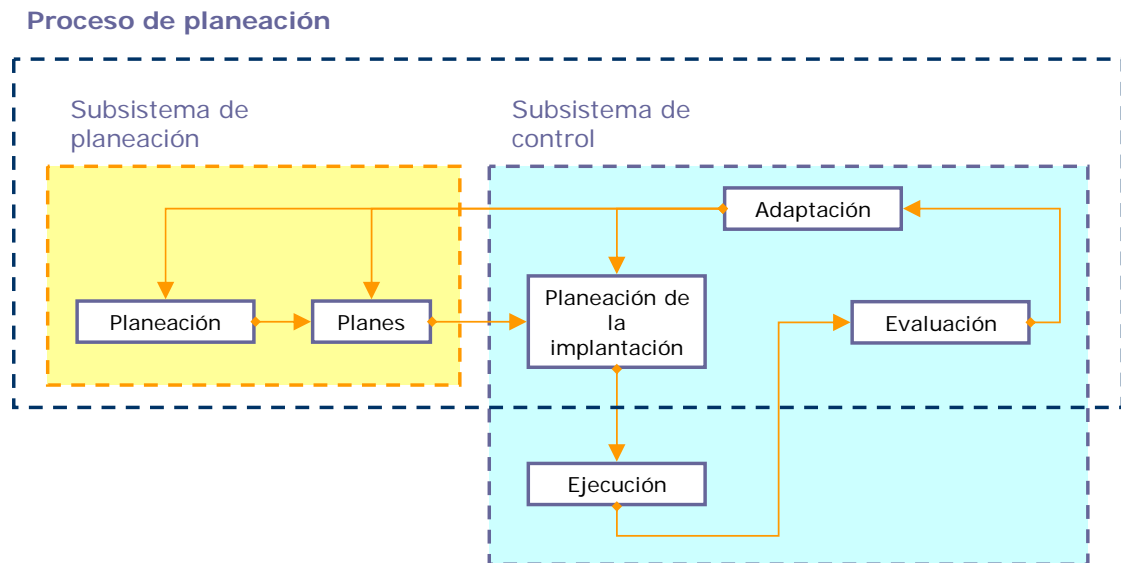


Figura 9. : Estructura del proceso de planeación

Fuente: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) Junio 253-270.

En la estructura del proceso de planeación propuesto por Gelman y Negroe (1982), se observa que este proceso contiene subsistemas que se traslapa con los subsistemas del sistema conductor (Figura\_09), por lo que se propone un esquema que permita integrar el proceso de planeación dentro del sistema conductor. Para la generación del nuevo esquema se identifican las coincidencias en los elementos de los subsistemas presentes en el proceso de planeación y en el sistema conductor tal como se muestra en la Tabla\_14.



Proceso de planeación	Sistema conducente
Subsistema de planeacion Planeacion Planes	Subsistema de Planeacion
Subsistema de control Evaluacion Adaptación	Subsistema de Toma de Decisiones
Planeacion de la implantación Ejecucion	Subsistema de Ejecución
	Subsistema de Informacion

Tabla 14. . Comparación de los subsistemas presentes en el Proceso de Planeación y el Sistema Conducente  
 Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla\_14 se muestran los subsistemas que forman parte de las entidades en comparación, se puede ver que el subsistema de planeación es común a ambas entidades sin embargo en el caso del proceso de planeación, el subsistema se ve como una secuencia de fases para el desarrollo de los planes del proyecto, mientras que en el sistema conducente constituye una parte que se interrelaciona con las demás y cuyo fin es la conducción del proyecto, es entonces que en el sistema conducente el fin del subsistema de planeación es estratégico y en el proceso de planeación es operativo.

El subsistema de control del proceso de planeación y el subsistema de toma de decisiones del sistema conducente, tienen una relación de equivalencia en estas dos entidades y es que en la practica el control y la toma de decisiones ocurren en simultaneo, pero otra vez se distinguen la naturaleza estratégica del la toma de decisiones y la operativa del control. Con el fin de establecer una relación entre los procesos internos del subsistema de control del proceso de planeación con el subsistema de toma de decisiones se tiene en cuenta que la evaluación permite observar la diferencia de los planes en su consecución de metas y objetivos, para realizar ajustes, cambios y adaptaciones que mejoren el proceso de planeación y de la conducción y se constituye una función del subsistema adaptación (Gelman y Negroe 1982). A partir de la definición planteada para la evaluación y adaptación se puede relacionar estos conceptos directamente con la toma de decisiones la cual sería un resultado de la evaluación y desencadenaría en la adaptación.

El subsistema de ejecución del sistema conducente encuentra su equivalente en el subsistema de implantación, este ultimo representado por sus componentes que son la planeación de la implantación y la ejecución propiamente dicha. Se hace notar que la planeación de la implantación es un proceso que pertenece tanto al subsistema de planeación como al de ejecución, lo cual indica que debe haber una relación entre la planeación y la ejecución dentro del sistema conducente. En el esquema del sistema conducente se observa dicha relación pero de forma indirecta a través de la toma de decisiones, sin embargo, al revisar el proceso de planeación, su estructura sugiere una relación directa.

El subsistema de información del sistema conducente no encuentra equivalente en el proceso de planeación ya que, al ser este último, la parte operativa del sistema, ya asume la presencia de toda la información requerida para la elaboración de los planes.

En la Figura\_10 se muestra el sistema conducente para la conducción planeada, en el cual se han agregado las relaciones resultantes de la incorporación de los procesos de planeación en la representación funcional del sistema conducente general.

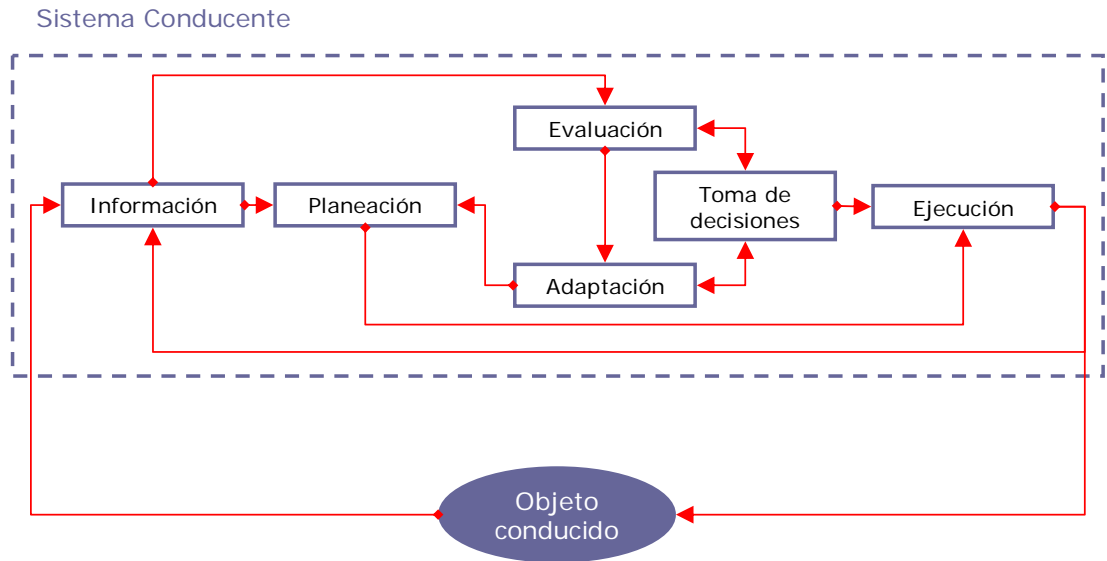


Figura 10. : Representación funcional del sistema conducente para la conducción planeada  
Fuente: Elaboración propia.

El sistema que ha resultado del análisis realizado corresponde a uno en el cual predominan las funciones de planeación, como se puede observar en el lazo cerrado entre los subsistemas de planeación, adaptación, evaluación y toma de decisiones. El sistema así construido constituye la base para la formulación de planes de proyectos en general, a medida que se vayan desagregando cada uno de sus componentes, el sistema se adaptará al objeto conducido o proyecto específico que se este manejando.

## 2.4. El subsistema de planeación.

Dada la importancia de los productos del subsistema de planeación, es necesario analizarla con más detalle. Algunos autores consideran que su desarrollo requiere de un proceso operativo que interprete ciertas soluciones de problemas del sistema objeto conducido y las transforma en planes, soluciones que serán alcanzadas en el futuro (Gelman y Negroe 1982). Al haber introducido el proceso de planeación en el sistema conducente se cuenta con los subsistemas necesarios que recogen información del medio y de la ejecución de los planes para que a través del subsistema de planeación se replanteen los supuestos realizados, de esta manera el subsistema de planeación queda “aislado” y se puede analizar independientemente para pasar al siguiente nivel de desagregación. (Figura\_11).

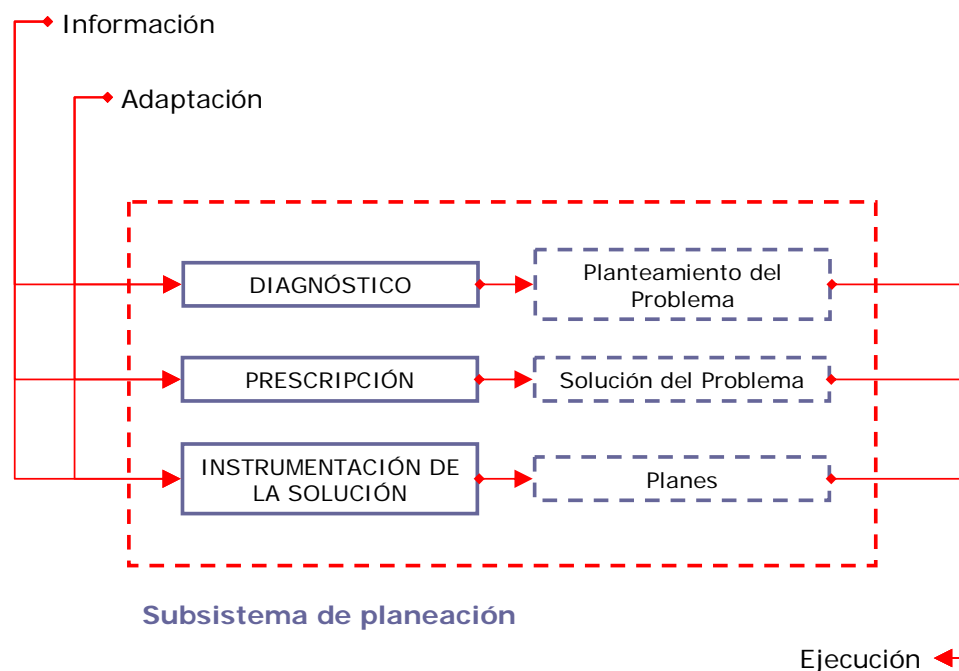


Figura 11. : Estructura del subsistema de planeación

Fuente: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) 253-270.

El diagnóstico trata de detectar, definir y plantear los problemas que se quieren resolver a través del proceso de conducción. (Gelman y Negroe 1982). Sin embargo en el caso de la planeación de proyectos, ya se cuenta con el problema identificado y el punto de partida más lejano desde el cual se inicia el proceso es el planteamiento del problema, este proceso de plantear el problema esta muy relacionado con el procesos de iniciación en los proyectos y es en este momento en el cual se define el alcance del proyecto. Es por ello que la etapa de diagnóstico del subsistema de planeación no se considera dentro del sistema conducente que se esta estructurando.

La etapa de prescripción trata de dar solución al problema planteado mediante el análisis de distintas alternativas factibles (con sus restricciones o limitaciones) para lograr un estado deseado (Gelman y Negroe 1982). En el proceso de conducción de proyectos, el problema planteado viene a ser el objetivo principal que motiva el desarrollo del proyecto en cuestión, la adaptación del la

etapa de prescripción consistirá entonces en partir del objeto del proyecto en lugar de los problemas planteados, o en todo caso del árbol de objetivos del proyecto. En esta etapa se identifica la necesidad de contar con una etapa de formulación de fines en lugar de la etapa de diagnóstico que se usa cuando se busca la solución de problemas. La etapa de prescripción se descompone en cuatro partes (Figura\_12):

- ✓ Definición de las restricciones y formulación de criterios
- ✓ Construcción de modelos<sup>10</sup> para obtener y simular la solución del problema, así como para realizar el ajuste de los fines del proyecto
- ✓ Búsqueda de alternativas
- ✓ Evaluación de las alternativas, para seleccionar las factibles y mejorar según los criterios desarrollados

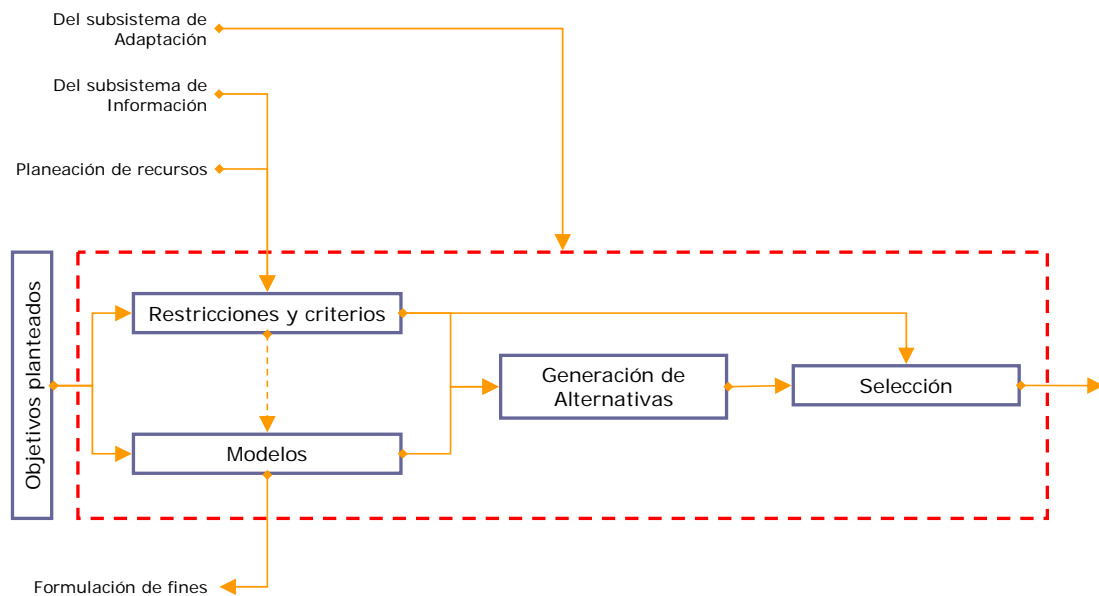


Figura 12. : Estructura de la etapa de prescripción

Fuente: Adaptado de: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) Junio 253-270.

La función básica de la tercera etapa, instrumentación de la solución, trata de formular los objetivos a lograr de manera explícita así como las políticas y programas, tomando en cuenta la asignación de los recursos (Gelman y Negroe 1982). Para la definición de metas y formulación de programas los elementos de la planeación se debe establecer en forma jerárquica, mediante una planeación adecuada, esto es, los ideales por medio de la normativa, los objetivos por la estratégica, las metas por la táctica, los medios por la operacional, y por último, los recursos; interrelacionados todos a niveles diferentes (Ackoff 1972). El esquema propuesto por Gelman y Negroe, considera que es en esta tercera etapa final, en la cual se definen los ideales, objetivos, metas políticas, programas y proyectos, sin embargo en la planeación de proyectos llegamos a esta tercera etapa con una visión clara de lo que se desea alcanzar con el proyecto que se va a

<sup>10</sup> En este caso la naturaleza del modelo depende del tipo de proyecto planteado, siendo necesario tomar en cuenta la disponibilidad de la información y el método de obtención de datos.

planear, es por ello que las entradas a la etapa de instrumentación de la solución son las alternativas seleccionadas en la etapa de prescripción las cuales requieren de un enfoque de planeación que permita desarrollar los planes necesarios para la ejecución del proyecto. En esta etapa ya se han definido los objetivos y las metas del proyecto, por lo que la planeación estratégica y la táctica ya se han desarrollado con anterioridad en la etapa que se denomina Formulación de fines, es entonces que queda por realizar la planeación de los ideales del proyecto, del aspecto operativo, y la planeación de los recursos necesarios. Teniendo en cuenta estas consideraciones el esquema resultante para la etapa de instrumentación de la solución en proyectos será como se muestra en la Figura\_13.

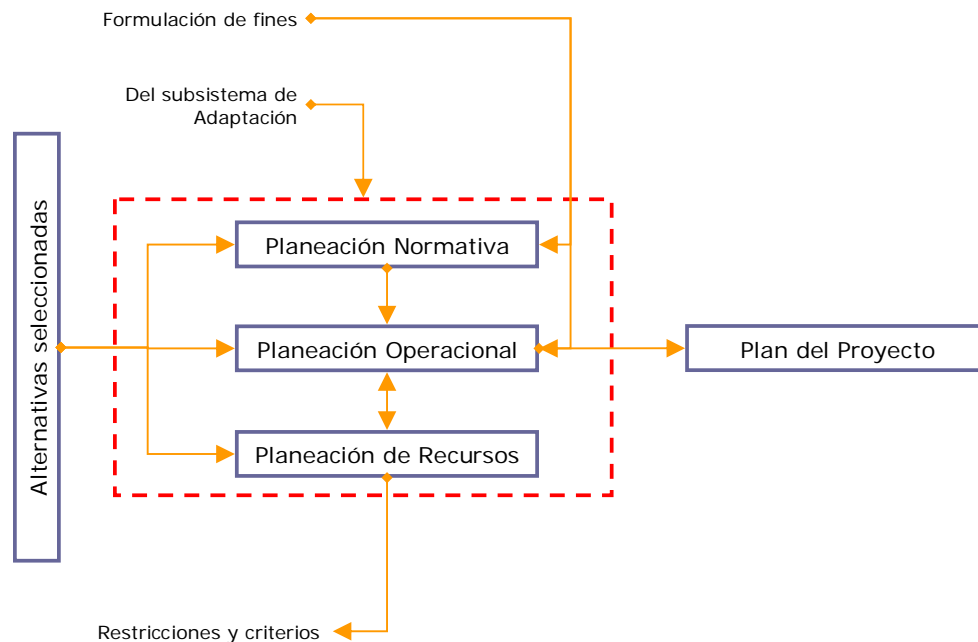


Figura 13. : Estructura de la etapa de instrumentación de la solución  
 Fuente: Adaptado de: O. Gelman, G. Negroe . 1982 . La planeación como un proceso básico en la conducción - Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 (4) Junio 253-270.

De acuerdo a las consideraciones realizadas para la adaptación de la estructura del subsistema de planeación a la planeación de proyectos, resulta una nueva estructura del subsistema, al cual se le llama Estructura del Subsistema de Planeación de Proyectos. (Figura\_14).

Posteriormente, al integrar todas las etapas analizadas se obtiene una estructura para el subsistema de planeación adaptada para el uso en proyectos y en la que se puede observar que las interrelaciones entre los diferentes procesos no son secuenciales sino que forman ciclos que hacen de este subsistema de planeación un ente adaptativo. (Figura\_15).

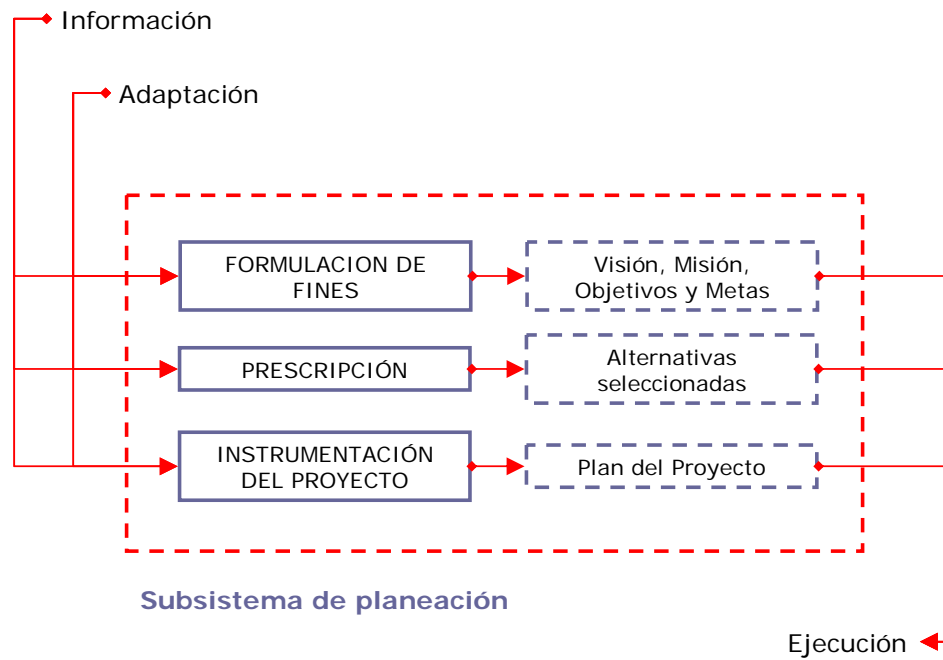


Figura 14. : Estructura del subsistema de planeación de proyectos  
Fuente: Elaboración propia.

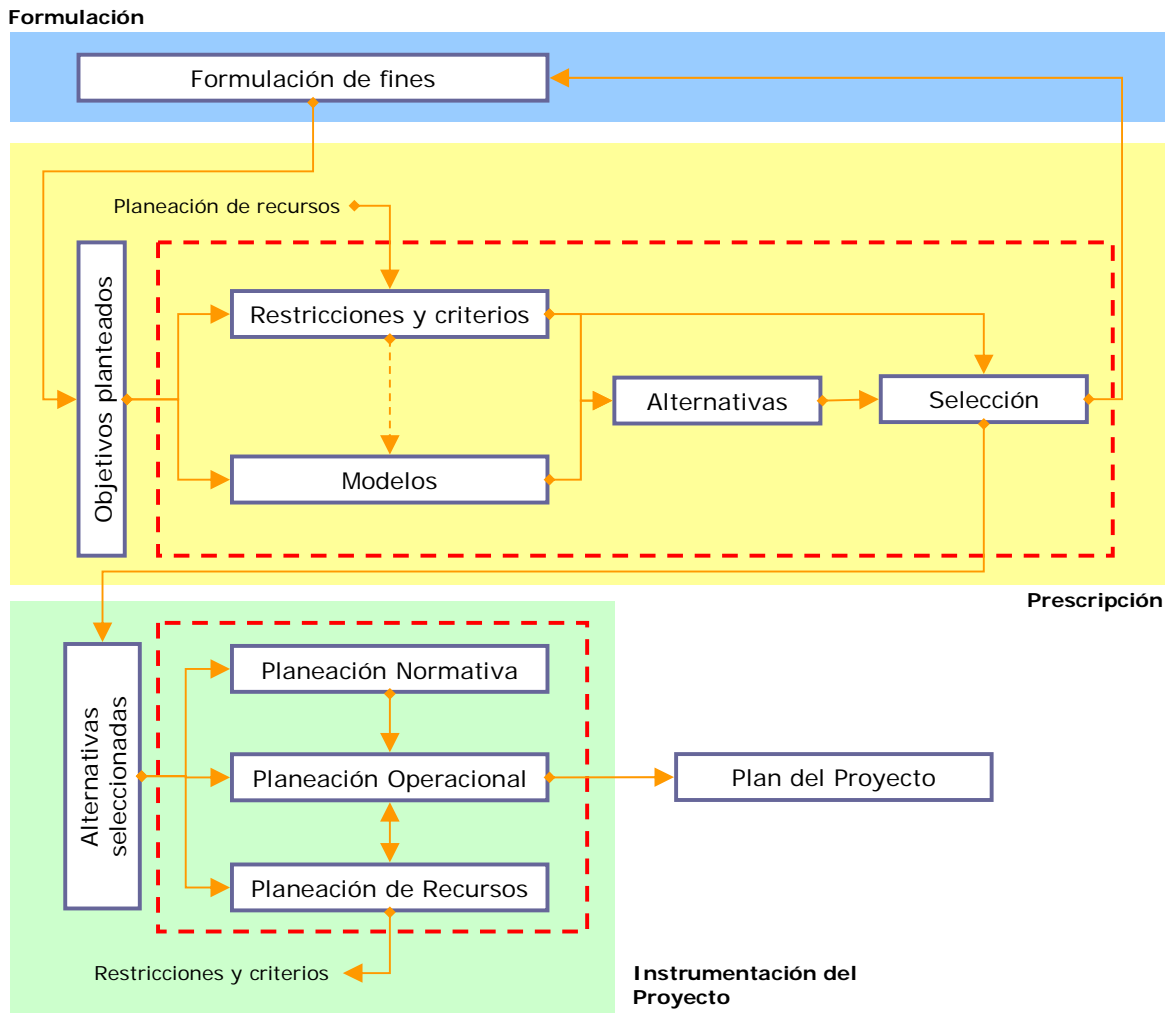


Figura 15. : Esquema general del subsistema de planeación de proyectos  
 Fuente: Elaboración propia.

## 2.5. Proceso de transformación para la generación del plan de proyecto

De todos los procesos de la administración de proyectos analizaremos los procesos de iniciación y planeación (Figura\_16), ya que el objetivo de este trabajo es la construcción de un modelo de planeación para proyectos de investigación y desarrollo y como uno de los primeros pasos para el desarrollo de modelo se viene construyendo un sistema de planeación que se adapte a la administración de proyectos

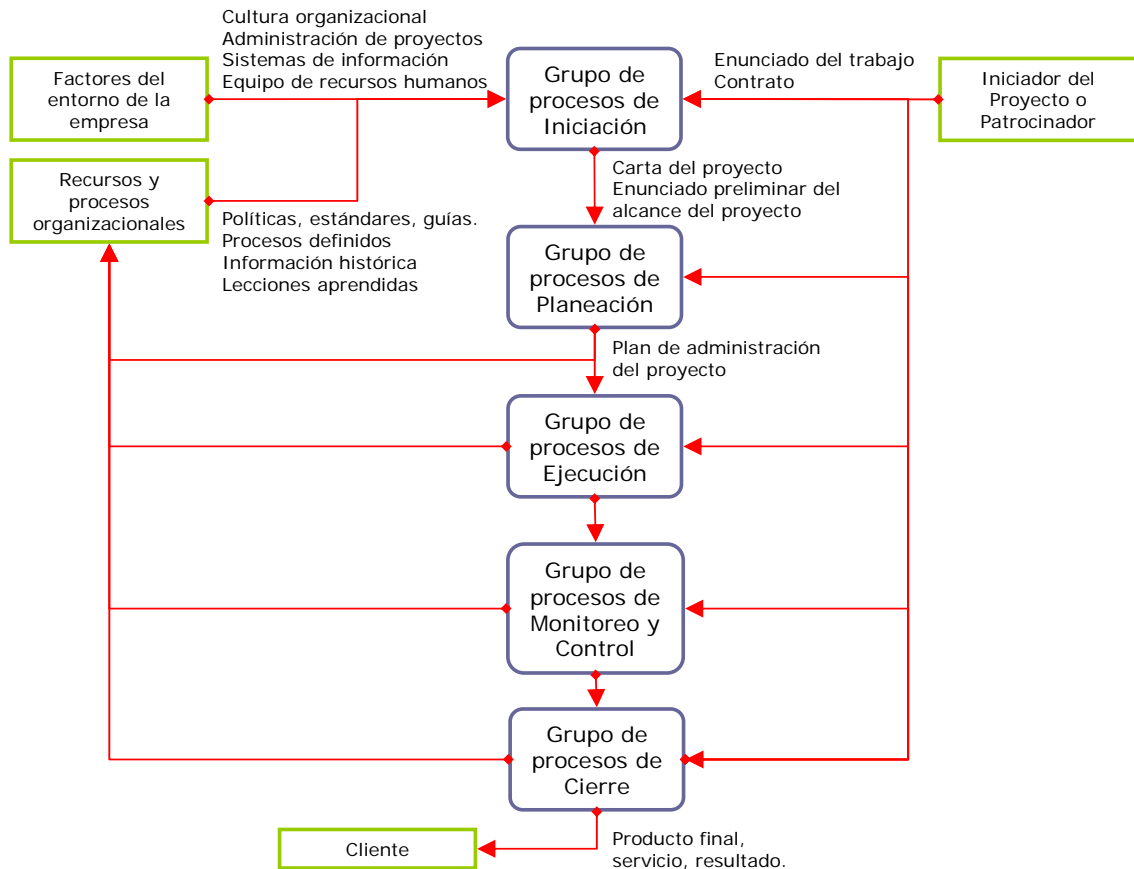


Figura 16. . Esquema de las interacciones entre los grupos de procesos de la administración de proyectos  
 Fuente: Project Management Institute. 2004. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newton Square, Pensilvania. Project Management Institute, Inc..

En la Figura\_16 y Figura\_17 se observan las entradas y las salidas de los grupos de procesos de iniciación y planeación. Con esa información se desarrolla el esquema del proceso de transformación que se requiere para obtener el producto final que e el Plan de administración del proyecto. Este procesos de transformación considera el enunciado del trabajo o el contrato proveniente del iniciador del proyecto o patrocinador, las salidas provenientes de los procesos de control y los requerimientos de reajuste al plan del proyecto, y enmara la transformación de estas entradas dentro de los factores de la empresa donde se desarrolla el proyecto y los recursos y procesos organizacionales necesarios para el desarrollo del mismo. (Figura\_17).



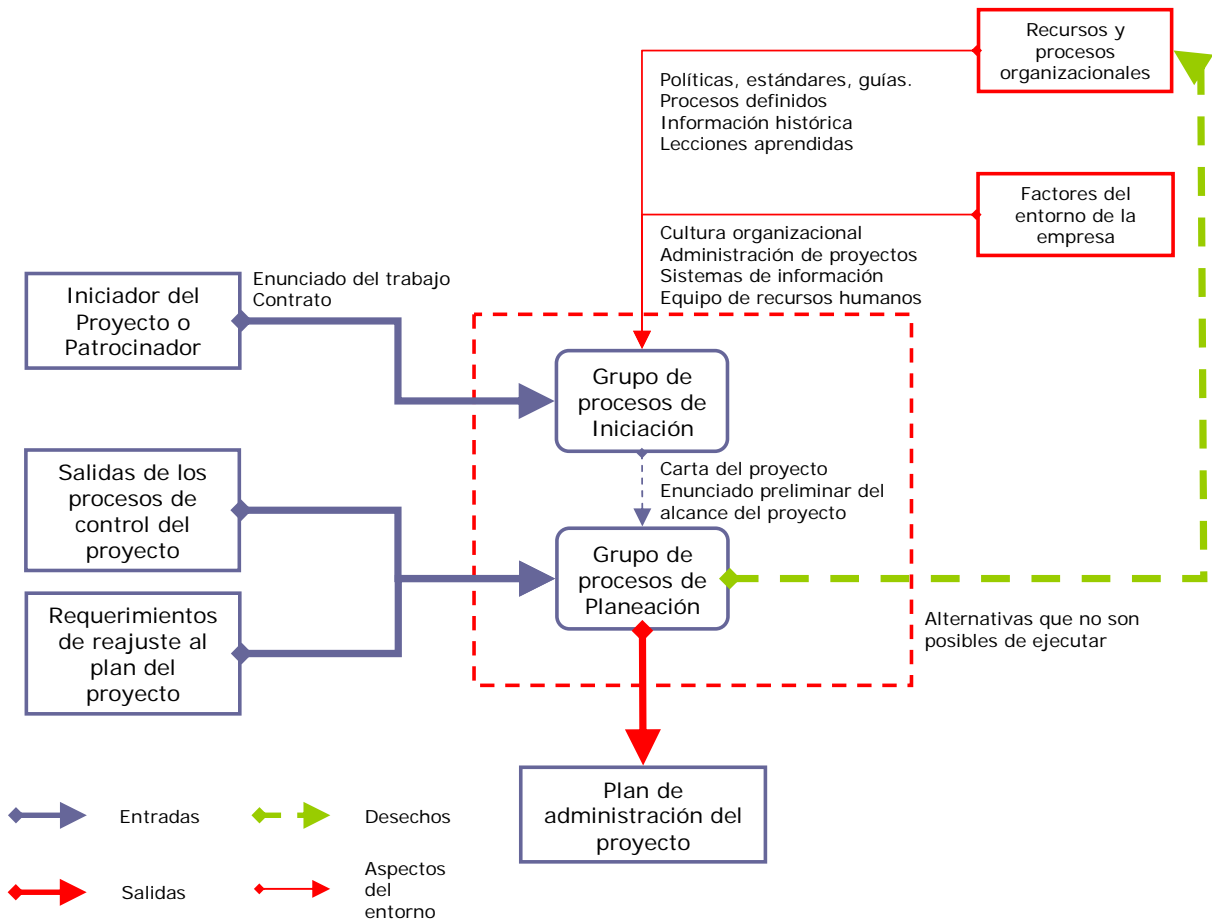


Figura 17. : Proceso de transformación para la generación del Plan de administración del proyecto  
 Fuente: Elaboración propia.

## 2.6. Formulación de fines

La formulación de fines para proyectos, tiene por función establecer los fines que se desean alcanzar a través del proyecto, hacia los que el resto del proceso de planeación tratará de acercarse lo más posible.

Las organizaciones a través de sus acciones persiguen tres tipos de fines (Ackoff 1990):

- ✓ Las metas. Son fines que se esperan alcanzar dentro del período cubierto por la planeación.
- ✓ Los objetivos. Son fines que no se espera alcanzar al término del período planeado, pero sí en una fecha posterior. Hacia estos fines es posible hacer ciertos progresos dentro del período para el que se planea.
- ✓ Los ideales. Son los fines que se suponen inalcanzables, pero hacia los cuales pensamos que es posible avanzar durante y después del periodo para el que se planea.

El procedimiento para determinar qué fines deben perseguirse empieza con la especificación de los ideales, continúa con los objetivos y termina con las metas, la selección de los ideales constituye el meollo de la planeación. (Figura\_18)

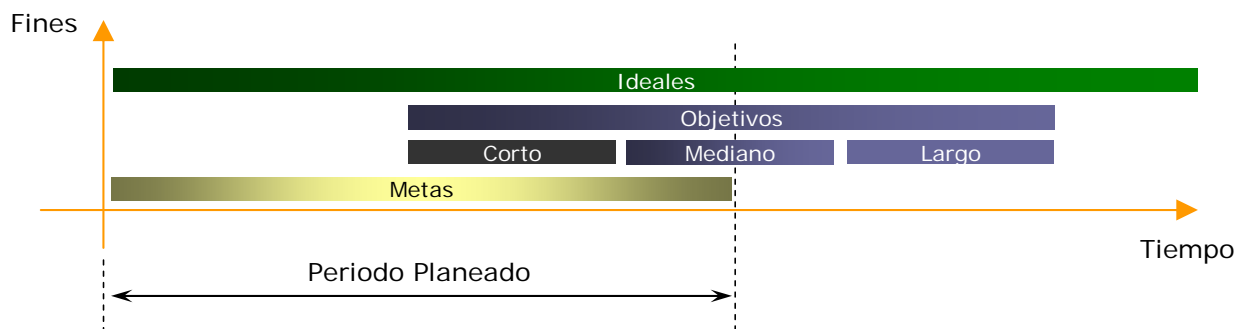


Figura 18. : Esquema de la formulación de fines  
Fuente: Elaboración propia.

Los ideales se encuentran contenidos en la visión del proyecto y un enfoque más operativo de la misma lo contiene la misión que a su vez se verá desagregada en objetivos y metas.

Por otro lado, el constante y rápido cambio en las condiciones económicas, resultan en cambios instantáneos en los mercados competitivos y la tecnología de los productos. El pensamiento a corto plazo de los ejecutivos se refleja en un departamento de I+D ocupado en alcanzar objetivos mas que en la creación de nuevos productos o procesos. Las estrategias a corto plazo pueden forzar un ambiente reactivo mas que uno proactivo. El ambiente que se genera esta lleno de toma de decisiones desordenadas, inconsistencia en los procedimientos y sistemas administrativos incompleto (McLaughlin 1995).

Es así como la planeación de proyectos involucra más que solo elaborar cronogramas y calcular presupuestos, también es necesario considerar lo siguiente (Kleim y Ludin 1998):

- ✓ Proveer la visión de que es lo que se busca con el proyecto.
- ✓ Comunicar dicha visión a todos los involucrados.
- ✓ Asegurarse que todos estén involucrados con dicha visión.
- ✓ Motivar al personal a participar en el proyecto
- ✓ Facilitar y conseguir un desempeño adecuado
- ✓ Construir un equipo de trabajo efectivo.

Dentro de la formulación de fines de un proyecto, es importante la definición de la visión y misión del mismo, teniendo en consideración lo que se ha indicado líneas arriba. Si bien es cierto que este trabajo esta enfocado solo a la planeación de proyecto de investigación y desarrollo, los conceptos revisados pueden ser aplicados directamente para la formulación de fines de otros tipos de proyectos. El proceso de la formulación de la visión y misión de un proyecto se muestra esquemáticamente en la Figura\_19.

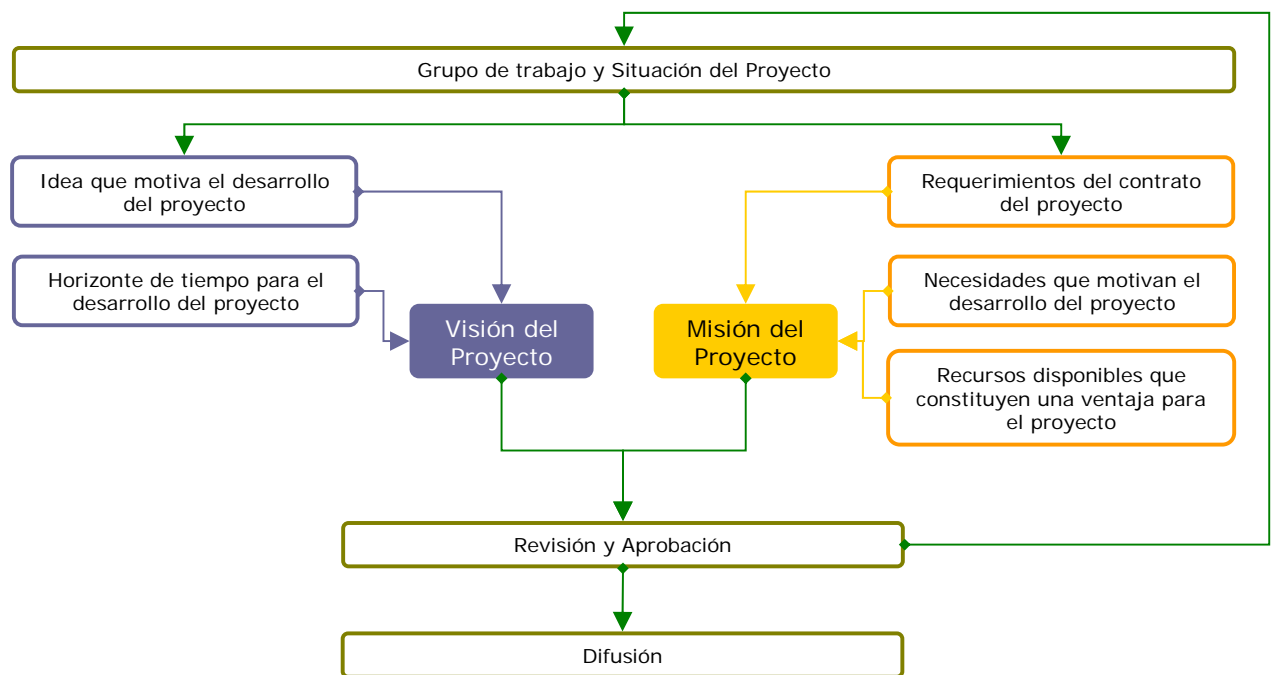


Figura 19. : Esquema para la formulación de la visión y misión de un proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

### 1.6.1. La visión del proyecto

Desde la perspectiva de la administración de proyectos, la visión describe lo que pretende alcanzar el proyecto. A menudo es un enunciado soportado por una lista de metas y objetivos. La visión es esencialmente la una idea de un estado deseado, expresada de tal forma que todos lo puedan entender (Kleim y Ludin 1998).

La primera de las influencias en el ambiente de I+D son los valores y principios que guían la organización o el negocio. Las organizaciones que estrictamente valoran los aspectos financieros del negocio comunican conductores tangibles de costo a sus empleados. Los empleados perciben dichos conductores del negocio como confusos y poco familiares para

ellos. Para muchos investigadores, no son muy conocidas las prácticas del negocio tales como contabilidad de costos, mercadeo, y administración financiera. La poca familiaridad del investigador con tales prácticas a menudo conduce a un pobre reconocimiento de la línea de base del proyecto. Las prácticas administrativas para la línea de base del proyecto miden sólo los elementos tangibles del negocio y no aspectos tales como la creatividad y la innovación (McLaughlin 1995).

En ese sentido la visión del proyecto debe ser clara, concisa y directa, antes de tener un enunciado formal de la visión es necesario sostener reuniones con los clientes y revisar a fondo el contrato del proyecto. La visión también requiere el compromiso del personal involucrado en el proyecto ya sea directa o indirecta su participación en el mismo.

Para conseguir este compromiso, es necesario solicitar retroalimentación y revisiones. Esto ayuda a generar compromiso, motiva a las personas a formularse preguntas importantes, y permite identificar problemas de comunicación antes de que impacten negativamente en el proyecto (Kleim y Ludin 1998).

Contar con un enunciado de la visión del proyecto ofrece las siguientes ventajas (Kleim y Ludin 1998):

- ✓ Se establece claramente que es lo que el proyecto busca alcanzar.  
En otras palabras se comunica el alcance del proyecto y se ayuda a evitar la expansión no intencional de los límites del proyecto.
- ✓ Proporciona la base para la administración del proyecto.  
Todas las actividades subsecuentes son planeadas, organizadas y controladas desde la perspectiva de esa visión. El mapeo de actividades se hace más sencillo porque todos los involucrados conocen la perspectiva que se debe tomar.
- ✓ Reduce los vacíos en las comunicaciones del proyecto  
Como el enunciado de la visión del proyecto indica que es lo que busca alcanzar el proyecto, no existe espacio para la ambigüedad ya que los involucrados entienden la importancia de sus actividades.
- ✓ Proporciona la base para evaluar el desempeño  
A lo largo del ciclo de vida del proyecto muchas preguntas surgen acerca del desempeño. El enunciado de la visión es el punto de referencia contra el cual se puede juzgar el desempeño.
- ✓ Determina la importancia de los que es importante en el desarrollo del proyecto
- ✓ Proporciona a los involucrados los elementos de juicio básicos para tomar decisiones independientes.

Desde el punto de vista de la administración ejecutiva, las metas y las metas estratégicas están asociadas a un proyecto específico (Kleim y Ludin 1998). Cada proyecto, entonces, se convierte en un indicador de progreso contra las metas de la organización. Bajo esta perspectiva, el objetivo que se busca conseguir con el proyecto se convierte en la visión del mismo y desde la perspectiva operativa, el proyecto deberá contar con una misión definida y orientada a cumplir la visión que se desea alcanzar. Cada proyecto, entonces, se convierte en una pequeña organización temporal que busca alcanzar una visión y una misión específicas.

Incluida en la primera influencia dentro del entorno se encuentra el concepto de visión e ideología. La visión provee el “mapa de ruta” para el cambio y define las metas y objetivos para la organización. El desarrollo de una visión corporativa requiere de siete a veinte años. La sustentabilidad de dicha visión requiere estrategias, compromiso total de la gerencia, y la consecución de metas. La visión corporativa a largo plazo proporciona liderazgo y crea un ambiente en el cual la creatividad y la innovación pueden florecer (McLaughlin 1995).

### 1.6.2. La misión del proyecto

Desde el punto de vista de la administración de proyectos, la misión es un enunciado de los propósitos enfocados hacia la visión, que distingue a un proyecto de otros similares, es un compendio de la razón de ser del equipo de trabajo creado para el desarrollo del proyecto, y es esencial para determinar objetivos y formular estrategias.

Los objetivos que persigue un proyecto de I+D, muchas veces se ven distorsionados por el enfoque directivo de la empresa u organización en la cual se desarrolla el proyecto, es así como se dan dos casos típicos en la definición de objetivos cuando se realiza investigación y desarrollo:

Las compañías que sólo se dedican a medir el desempeño económico tienen a crear áreas de I+D que sólo están enfocadas a la obtención de metas financieras. En estos casos los costos se fuerzan para ser reducidos, sacrificando innovación y creatividad. Las metas que son conducidas por los costos ejercen presión sobre el ambiente de I+D. Este estilo de dirección de línea de base del proyecto crea un ambiente que prevalece sobre la investigación y desarrollo. Los objetivos de la I+D tales como el desarrollo de nuevos productos y procesos, innovación de productos, penetración en el mercado, etc. se convierten en objetivos contables secundarios dentro de la organización. Los administradores cuyo estilo de dirección se centra en los costos tienden a aliviar los costos excesivos bajo el riesgo de intercambiar la creatividad por bajos costos. Entonces el alcance de dirección de la línea de base para proyectos de investigación puede producir “ciencia relevante pero no buena ciencia” porque llevan consigo el riesgo de haber perdido creatividad por la búsqueda de un resultado financiero (McLaughlin 1995).

Las compañías que se centran en el trabajo en equipo, creatividad, planeación a largo plazo y estrategias que concuerdan con el crecimiento a futuro y desempeño están muy bien posicionadas para la filosofía de la calida total. Estas organizaciones continuarán integrando estructuras administrativas efectivas en un ambiente que fomente la creatividad y la innovación (McLaughlin 1995).

### 1.6.3. Los objetivos del proyecto

Los objetivos son descripciones a donde queremos llegar. Las estrategias son enunciados de cómo se va a llegar a los objetivos, todo esto, cuando están involucrados mayores pasos de desarrollo, a través de la ejecución de proyectos o programas multiproyecto. Los proyectos traducen las estrategias en acciones y los objetivos en realidades. Es importante reconocer que los objetivos y estrategias existen dentro de una jerarquía – y no a un solo nivel – en la mayoría de las organizaciones. Una forma útil de definir esta jerarquía es la de definir tres niveles (Archibald 1992):

- ✓ Nivel 1: Políticas
- ✓ Nivel 2: Estrategias
- ✓ Nivel 3: Operaciones

La Figura\_20 muestra los vínculos entre la administración de proyectos y la estrategia. La Administración Estratégica determina la dirección de la organización. La administración de proyectos ejecuta los esfuerzos específicos que implementan dichas estrategias. Los administradores de proyectos actúan como representantes de los propietarios del proyecto, y reciben sus directivas a través del patrocinador del proyecto (Archibald 1992).

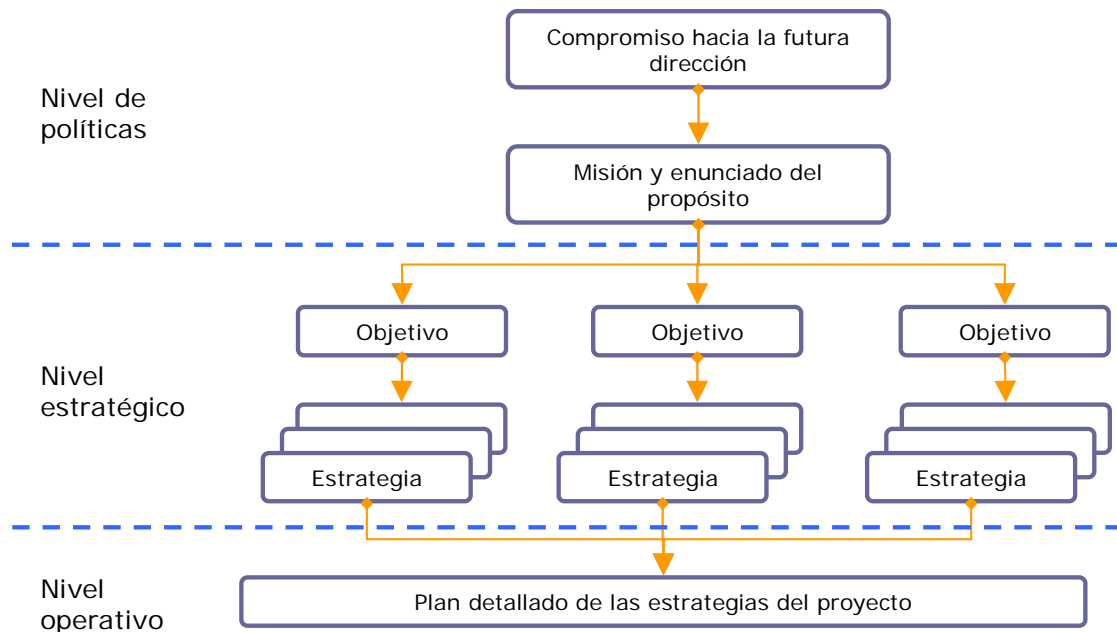


Figura 20. : La jerarquía de los objetivos y estrategias en proyectos

Fuente: Adaptado de Russell D. Archibald. 1992. *Managing High-Technology Programs and Projects*. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, Inc. Pag. 9.

El enunciado de los objetivos de un proyecto consiste en una descripción de los resultados del proyecto: Que se propone crear, y una fecha objetivo para su creación, cuando deben estar disponibles los resultados. También se incluye un enunciado de cuanto dinero se puede gastar con el fin de cumplir con el objetivo. Estas tres dimensiones de los objetivos del proyecto – resultados, tiempo y costos – forman el corazón de los objetivos del proyectos denominados “duros” (Archibald 1992). Los objetivos de los proyectos denominados “suaves” están relacionados con el trabajo completado: actitudes, habilidades, comportamiento y expectativas del cliente.

La importancia de la definición de los objetivos del proyecto se puede decir que se encuentra resumida en la frase “dentro de los límites que han sido establecidos”, y es la planeación la que se encarga de determinar dichos límites, y la definición de cómo llegar a lo objetivos dentro de los límites establecidos.

#### 1.6.4. El alcance del proyecto

Existe mucha confusión en los equipos de proyecto cuando se refieren a términos tales como los objetivos del proyecto y el alcance del proyecto. El término “alcance del proyecto” se refiere al “espacio u oportunidad para la acción sin restricciones” o también conocido como “rango de operación”. Un enunciado del alcance de proyecto se ha definido como “una descripción documentada del proyecto, que incluye sus salidas, alcance y contenido” (Archibald 1992).

#### 1.6.5. Los entregables y las fases del proyecto

Un proyecto crea entregables únicos, los cuales son productos, servicios o resultados. El carácter único de los entregables es una de sus características más importantes. La transición de una fase del proyecto a otra dentro del ciclo de vida del mismo esta definida por una transferencia tecnológica. Los entregables de una fase son revisados para comprobar que están completos y que son totalmente funcionales antes de que el trabajo empiece en la siguiente fase. Sin embargo, es común que una fase empiece antes del término de otra siempre y cuando los riesgos involucrados sean aceptables. La terminación y aceptación de uno o más entregables caracteriza la fase de un proyecto (PMI 2004).

Un entregable es un producto de trabajo verificable y medible, como por ejemplo: una especificación, un reporte de un estudio de factibilidad, un documento de diseño detallado, o un prototipo de trabajo. Algunos entregables pueden corresponder al proceso de administración del proyecto, mientras que otros son productos finales o componentes para el cual el proyecto fue concebido. Los entregables y por lo tanto las fases son las partes de un proceso secuencial diseñado para asegurar un adecuado control del proyecto y obtener el producto o servicio deseado, el cual es el objetivo del proyecto.

##### 1.6.5.1. Hitos del proyecto

Un hito es un evento claramente verificable por otra persona y que requiere verificación antes de poder proseguir con la ejecución del proyecto. Es un momento significativo en el proyecto que señala el haber conseguido un logro importante. Generalmente existe un hito al finalizar un entregable importante.

Un hito es una tarea de “duración cero” que simboliza el haber conseguido un logro importante en el proyecto. Los hitos son una forma de conocer el avance del proyecto sin estar familiarizado con el proyecto y constituyen un trabajo de duración cero porque simbolizan un logro, un punto, un momento en el proyecto.

##### 1.6.5.2. Estructura desagregada del trabajo

La estructura desagregada del trabajo (WBS<sup>11</sup>) es un agrupamiento orientado a la entrega de los elementos del proyecto que organiza y define el alcance total del proyecto. El

---

<sup>11</sup> Estructura de Descomposición del Trabajo o Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) (en inglés Work Breakdown Structure, WBS) es una estructura exhaustiva, jerárquica y descendente formada por los entregables y las tareas necesarias para completar un proyecto. La EDT es una herramienta muy común y crítica en la gestión de proyectos.

trabajo que no este incluido dentro del WBS está fuera de alcance del proyecto. Así como con la declaración del alcance, el WBS se usa muchas veces para desarrollar o confirmar un entendimiento común del alcance del proyecto. Cada nivel descendiente representa una descripción más detallada de los elementos del proyecto. Un WBS es normalmente presentado en forma de tabla sin embargo, el WBS no se deberá confundir con el método de presentación (PMI 2001).

#### 1.6.6. Actividades del proyecto

Una de las primeras y más importantes misiones del jefe de proyecto es la identificación y descripción de las actividades que es necesario acometer y desarrollar para llegar al resultado adecuado. Antes de iniciar la andadura hay que elegir el camino más conveniente, el rumbo que se debe seguir y el ritmo a imprimir a cada etapa. Esta tarea implica elegir entre múltiples opciones y resolver un sinfín de incógnitas. Y todo ello hay que hacerlo "a priori", desconociendo lo que ocurrirá en la realidad y asumiendo los niveles de complejidad que son propios de los proyectos.

Se trata pues de un trabajo de naturaleza técnica que sólo podrá ser realizado por un profesional en la materia, que reúna la formación técnica necesaria y una suficiente dosis de experiencia. Por ello es necesario que el administrador del proyecto posea una elevada competencia profesional en la tecnología dominante del proyecto, aparte de otras cualidades gerenciales y personales. No obstante, si la dificultad del proyecto lo requiere, el administrador de proyecto podrá ser en este punto asesorado y aconsejado por otros expertos.



## **2.7. Planeación normativa**

La planeación normativa se refiere al establecimiento de reglas y/o leyes, y políticas dentro de cualquier grupo u organización. Principalmente para mantener el control, seguimiento y desarrollo de la planeación, así como el desarrollo de las mismas normas y políticas establecidas.

Este enfoque de la planeación está estrechamente vinculado con el diseño de la estructura organizacional.

El sistema de planeación normativa está integrado por tres subsistemas, a saber: (Sanchez y Fuentes 1995).

### **A. Formulación del problema**

Tiene como función identificar los problemas presentes y los previsibles para el futuro, además de explicar la razón su existencia.

Este subsistema se desagrega en:

- ✓ Planteamiento de la problemática
- ✓ Investigación de lo real
- ✓ Formulación de lo deseado
- ✓ Evaluación y diagnóstico

### **B. Identificación y diseño de soluciones**

Su propósito es plantear y juzgar las posibles formas de intervención, así como la elaboración de los programas, presupuestos y diseños requeridos para pasar a la fase de ejecución.

Este subsistema esta conformado por

- ✓ Generación y evaluación de alternativas
- ✓ Formulación de bases estratégicas
- ✓ Desarrollo de la solución

### **C. Control de resultados**

Todo plan, estrategia o programa está sujeto a ajuste o replanteamientos al detectar errores, omisiones, cambios en el medio ambiente, variaciones en la estructura de valores, etc. Actividades propias de este subsistema.

Este subsistema esta compuesto por:

- ✓ Planeación del control
- ✓ Evaluación de resultados y adaptación

Cabe advertir que los procesos que componen este sistema de planeación normativa no cumplen una secuencia lineal sino que varias etapas son llevadas en simultáneo y continuamente hay que retornar para obtener mayor información o para revisar parte de lo ya ejecutado (Sanchez y Fuentes 1995). La Figura\_21 contiene una representación grafica del esquema de la planeación normativa.

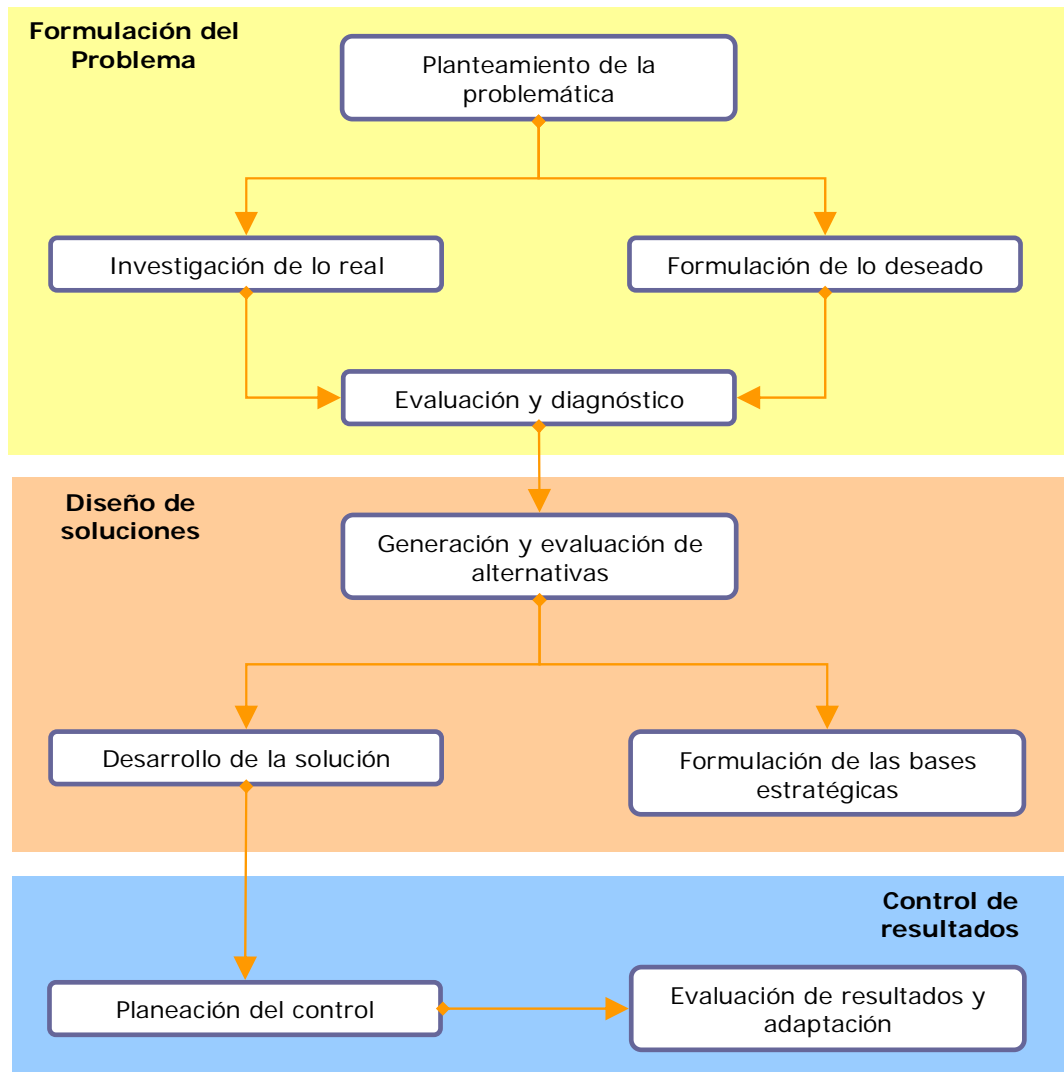


Figura 21. : Sistema de planeación normativa

Fuente: Sanchez Guerrero, G. 1995. Marco teórico para la evaluación. Distrito Federal. México. Departamento de Sistemas. División e Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

El proceso de planeación normativa, al igual que todos los enfoques de planeación, esta orientada a la solución de problemas y es por ello que su metodología se enfoca principalmente a identificar desviaciones de lo real o situación actual y la situación deseada. El aplicar la planeación como herramienta para solucionar problemas, en la estructuración de un proyecto, resulta de mucha utilidad ya que el proyecto es en sí el vehiculo que permite dirigir una situación actual, que puede ser problemática y en este caso una situación de necesidad

de nueva tecnología o de un nuevo producto o servicio, hacia una situación idealizada que consistiría la etapa final del desarrollo tecnológico o de la investigación y desarrollo.

Siguiendo el esquema que se plantea que es el de planeación de proyectos y soportados por la estructura ya desarrollada de planeación normativa, se desarrolla una estructura de planeación para un proyecto de investigación y desarrollo, teniendo en cuenta las necesidades del mismo (ver capítulo 1). Es así como se desarrolla el sistema de planeación normativa para proyectos de investigación y desarrollo. (Figura\_22).

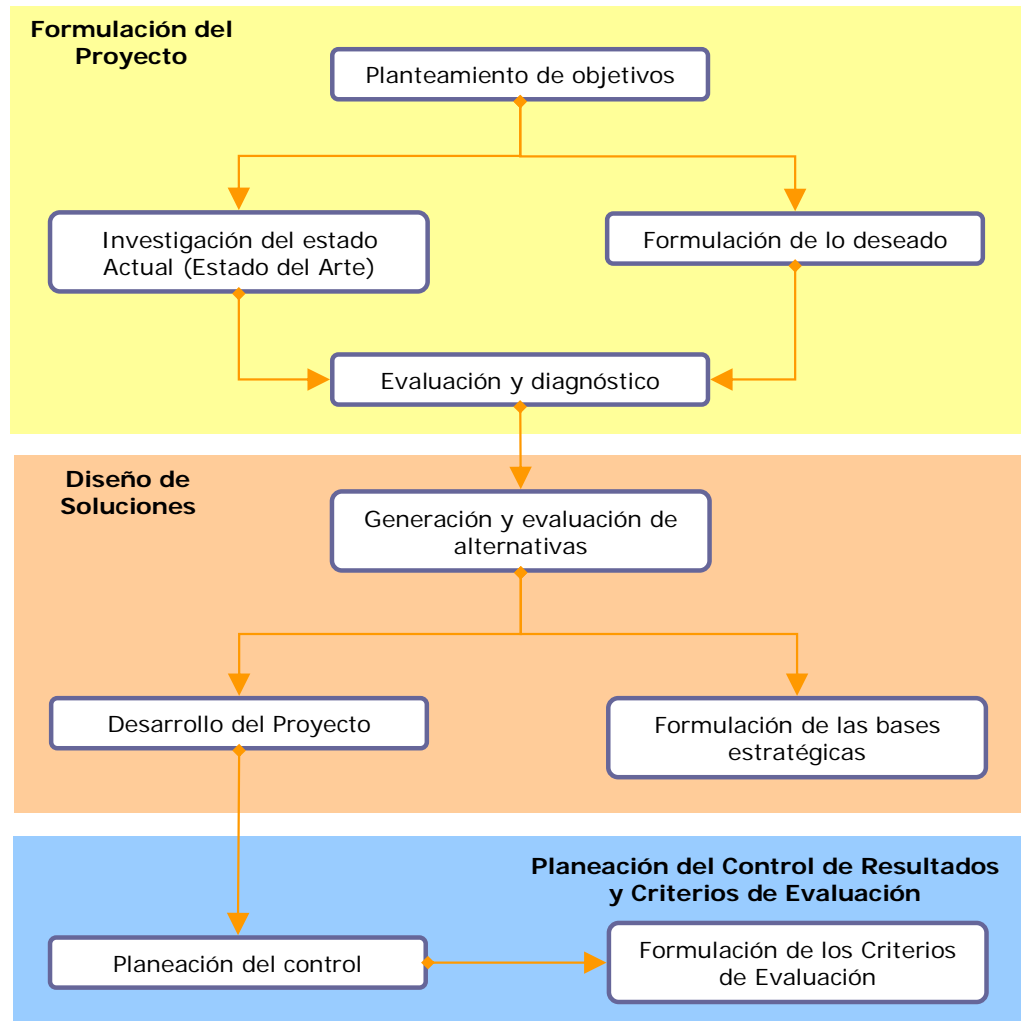


Figura 22. : Sistema de planeación normativa para proyectos de I+D  
Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los subsistemas que componen el sistema de planeación normativa para proyectos de investigación y desarrollo se describen a continuación:

#### 1.7.1. Subsistema de la formulación del proyecto

El análisis preliminar de viabilidad nos permite establecer las dimensiones tecnológicas críticas del proyecto y determinar cuáles son nuestros objetivos principales y secundarios, en función de la competitividad que queramos darle al producto final. Con esto ya estamos en condiciones de formular la propuesta del proyecto, tanto para obtener recursos, ya sea internos o externos, como para tener una herramienta de planeación y control de nuestras propias actividades (Solleiro 1989).

Formular un proyecto, entonces, significa definir con la mayor claridad y exactitud posible los siguientes puntos (Solleiro 1989):

- ✓ La justificación desde un punto de vista económico y de su relevancia social.
- ✓ Los antecedentes existentes, y una revisión del estado del arte en la materia.
- ✓ Los objetivos principales y secundarios, si es posible, expresados en términos de dimensiones tecnológicas.
- ✓ Los resultados esperados y los criterios de éxito.
- ✓ El plan de actividades, indicando la manera en que van a alcanzarse estos resultados, y los sistemas de evaluación y control de este plan.
- ✓ Los recursos humanos, materiales y financieros requeridos para ejecutar el proyecto.
- ✓ Los arreglos institucionales necesarios, así como la definición de las variables exógenas al proyecto que pudieran afectar el logro de los objetivos. Aquí quedan incluidos los compromisos y responsabilidades institucionales; la composición de los organismos de dirección y coordinación del proyecto, sus atribuciones y funciones. Además, deben describirse los documentos legales y contractuales que se requieren para la ejecución del proyecto y, muy importante, las condiciones y mecanismos de financiamiento del proyecto mismo.

En este primer subsistema se busca delimitar el proyecto y tener una idea de la situación actual del mismo, todo esto con el fin de definir los objetivos y estrategias que se seguirán en el desarrollo del proyecto (Figura\_23).

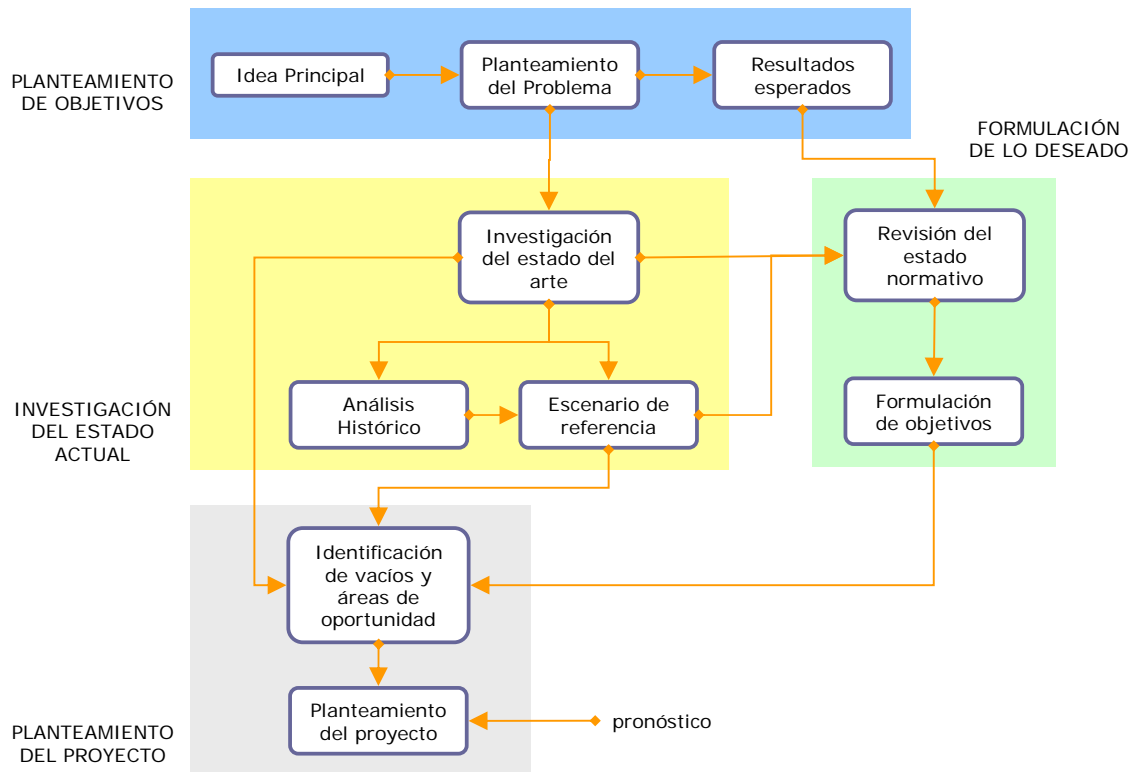


Figura 23. : Subsistema de formulación del proyecto

Fuente: Adaptado de Sánchez Guerrero, G. 1995. Marco teórico para la evaluación. Distrito Federal. México. Departamento de Sistemas. División e Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

### 1.7.2. Subsistema del diseño del proyecto

La planeación normativa concibe al futuro no solo como resultado de las condiciones del presente y tendencias despasado, sino también como objeto de de diseño y por tanto elegible dentro de cierto rango. Esta posición debe ser ponderada con una fuerte dosis de conocimiento de la realidad, ya que de lo contrario se corre el grave riesgo de caer en utopías o de sesgar la investigación (Sanchez y Fuentes 1995).

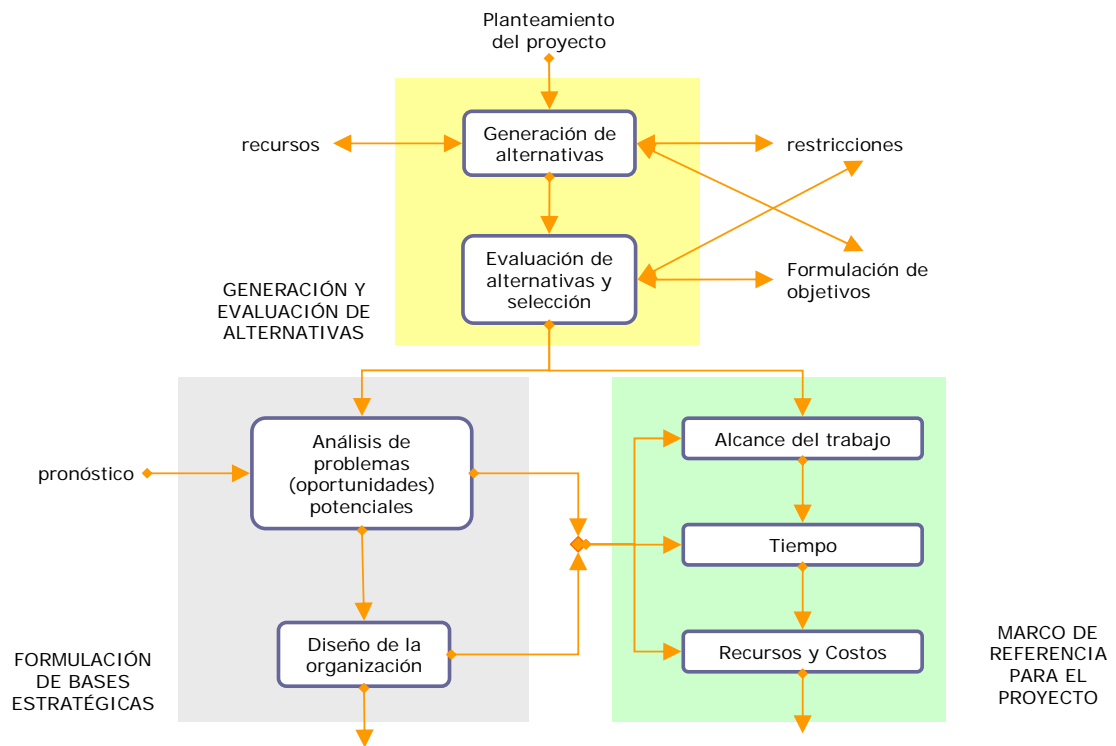


Figura 24. : Subsistema de diseño del proyecto

Fuente: Adaptado de Sánchez Guerrero, G. 1995. Marco teórico para la evaluación. Distrito Federal. México. Departamento de Sistemas. División e Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

### 1.7.3. Subsistema de la Planeación del Control de Resultados

La ejecución del proyecto debe ser medida regularmente para identificar varianzas significativas con el plan. En la medida que estas varianzas significativas sean observadas (p. ej. aquellos que pongan en jaque los objetivos del proyecto), los ajustes al plan se realizarán al repetir los procesos de planeación apropiados. Por ejemplo, una fecha de terminación de una actividad que no se cumpla puede requerir ajustes al plan de personal existente, depender de horas extras, o hacer un intercambio entre el presupuesto y los objetivos de la programación. Controlar también incluye tomar acción preventiva de forma anticipada a problemas posibles (PMI 2004). Un plan no cumplirá satisfactoriamente con todo lo previsto, debido, entre otras, a las siguientes razones: En su elaboración no es posible reducir a cero la incertidumbre, por lo que habrán errores y se caerá en omisiones; existen cambios organizacionales y del entorno; surgen nuevas tecnologías; las soluciones general nuevos problemas; las metas y prioridades cambian como resultado de cambios en los valores, etc (Sanchez y Fuentes 1995).

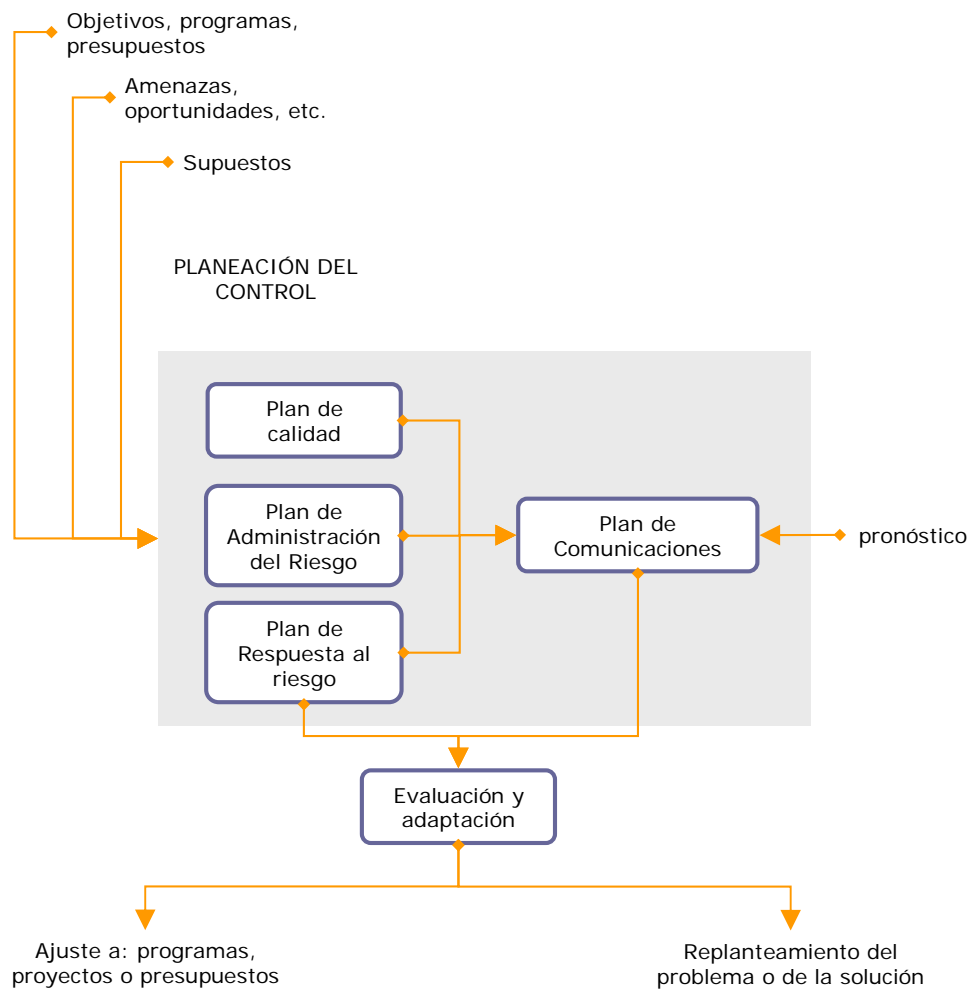


Figura 25. : Subsistema de Planeación del Control de Resultados

Fuente: Adaptado de Sánchez Guerrero, G. 1995. Marco teórico para la evaluación. Distrito Federal. México. Departamento de Sistemas. División e Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

## 2.8. Objetivos de control en proyectos

En el área de Tecnologías de Información se maneja un modelo de objetivos de control denominado COBIT (Control Objectives for IT) Este modelo proporciona las buenas prácticas y políticas para la administración de los procesos de las TI de una manera lógica y estructurada, Esto es conociendo las múltiples necesidades de las empresas.

- ✓ Riesgos.
- ✓ Requerimientos técnicos.
- ✓ Control de necesidades.
- ✓ Medición de Desempeño

Estas necesidades son las misma que se consideran al momento de desarrollar un proyecto y de forma específica aplicable a proyectos de I+D. El marco de referencia de COBIT indica que el control se alcanza revisando la información que es requerida para soportar los objetivos del negocio o requerimientos, y revisando además la información que será el resultado de la aplicación combinada de los recursos relacionados que necesitan ser administrados por los procesos (COBIT 2000).

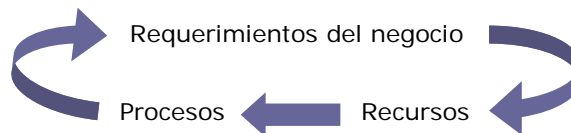


Figura 26. : Relación entre los requerimientos procesos y recursos.

Fuente: COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT ControlObjectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore. Pag. 13.

Los insumos que se requieren para conseguir una adecuada administración de un proyecto son la información que proviene de los resultados de los procesos y los recursos que son los agentes que hacen posible del desarrollo de la iniciativa que genera el proyecto. En ese sentido se analizan las características que debe cumplir la información que circula dentro del proyecto y los recursos involucrados en él.

### 1.8.1. Características de la información del proyecto.

Las características que debe cumplir la información que resulte del proyecto deberán ser (COBIT, 2000):

- ✓ **Efectividad**  
La información debe ser relevante y pertinente a los procesos del negocio así mismo deberá ser entregada a tiempo, de forma correcta y consistente.
- ✓ **Eficiencia**  
Está relacionado a la provisión de información a través del uso óptimo de recursos.
- ✓ **Confidencialidad**  
Relacionada a la protección de información sensible de difusión no autorizada.



- ✓ **Integridad**  
Esta relacionada a la precisión de la información así como su validez de acuerdo con las expectativas del negocio.
- ✓ **Disponibilidad**  
Relacionada a la información que se encuentre disponible cuando sea requerida por el proceso del negocio.
- ✓ **Conformidad**  
Se refiere a la concordancia con las leyes, regulaciones y arreglos contractuales a los cuales el proyecto esta sujeto.
- ✓ **Confiabilidad**  
Relacionada a la provisión de información apropiada para la administración a fin de operar el proyecto.

#### 1.8.2. Recursos para el desarrollo del proyecto.

Los recursos que permiten el desarrollo del proyecto se pueden incluir dentro de las siguientes categorías:

- ✓ **Personal**  
Incluye las habilidades del equipo de trabajo.
- ✓ **Tecnología**  
Se refiere a la tecnología disponible para desarrollar el proyecto y los procesos de innovación
- ✓ **Sistemas de procedimientos**  
Se entiende como la suma de todos los procedimientos planeados
- ✓ **Facilidades disponibles**  
Son todos los recursos que permiten el desarrollo del proyecto.

Los recursos y la información del proyecto se encuentran presentes en todas las etapas del proyecto y en todos los niveles de objetivos, la teoría de formulación de fines define tres niveles de jerarquía en los objetivos y estrategias de los proyectos, dichos niveles son los esfuerzos de la administración del proyecto para administrar los recursos del mismo. Las jerarquías de los objetivos y estrategias del proyecto se relacionan con los recursos para el desarrollo y las características de información del mismo en un diagrama de tres dimensiones denominado el cubo del proyecto (ver Figura\_28). En dicho diagrama se puede observar que cada recurso del proyecto esta relacionado a un criterio de información específico y estos a su vez se ubican en uno de los niveles de jerarquización de objetivos y estrategias.

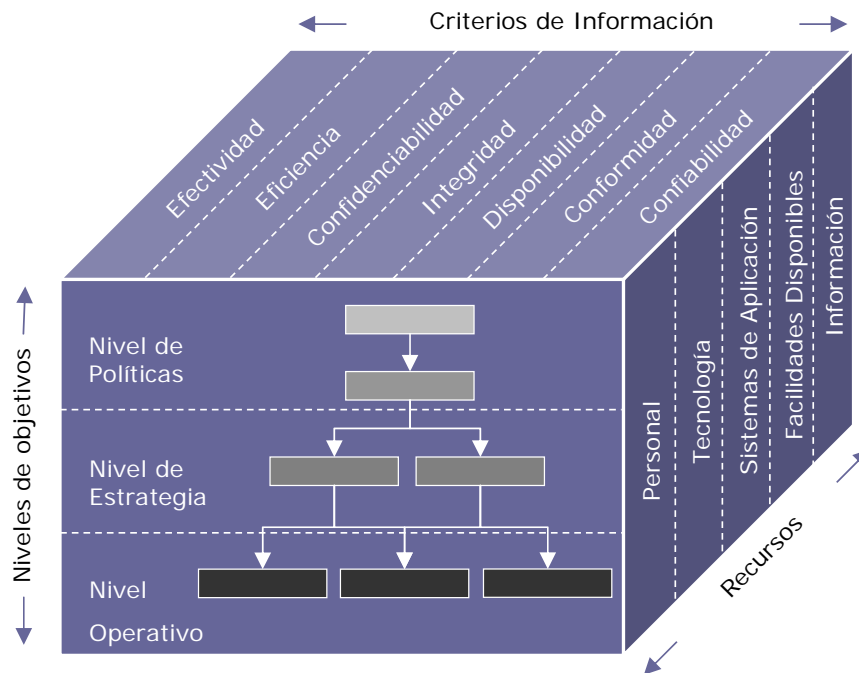


Figura 27. : Esquema del cubo del proyecto.

Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

En el sistema de administración del proyecto, que es lo que compete a la descripción de esta sección, se analiza el nivel de políticas ya que los otros niveles pertenecen a la instrumentación del proyecto. Regresando al modelo de objetivos de control de COBIT, el nivel de políticas del proyecto esta formado por cuatro dominios de alto nivel identificados como:

- ✓ Planeación y organización
- ✓ Adquisición e implementación
- ✓ Entrega y soporte
- ✓ Monitoreo

Sin embargo para el caso particular del modelo de planeación para proyectos sólo es necesario considerar tres de los cuatro dominios definidos por COBIT, estos dominios son:

- ✓ Planeación y organización
- ✓ Entrega y soporte
- ✓ Monitoreo

No se considera el dominio de adquisición e implantación, porque esta más relacionado a la parte operativa del control y el ámbito del trabajo es de planeación para la producción del plan del proyecto. En la Figura\_26 muestra las relaciones entre los dominios a nivel de políticas del proyecto y la relación con los recursos e información del proyecto.

## **2.9. Definición de los indicadores relevantes de desempeño**

Los Factores Críticos de Éxito (FCE) que se revisaron en la primera parte de este documento son los elementos más importantes que un equipo de proyecto debe controlar para contribuir a que los procesos del proyecto permitan cumplir los objetivos para los cuales se realiza el esfuerzo. Los Indicadores Clave de Desempeño (ICD) son elementos que guían al proyecto indicando que es lo que ya se lleva completado. Estos indicadores representan las metas de los procesos del proyecto. Los Indicadores Clave de Objetivos (ICO) son conductores de los procesos y se enfocan en el como e indican cuan bien los procesos del proyecto permiten la obtención de las metas alcanzadas. Los FCE, ICO e ICD para definir y administrar los procesos del negocio se describen en la Tabla\_15.

Una forma de simplificar el proceso de administración del proyecto es a través del Balanced Scorecard (BSC). El balanced scorecard, desarrollado por Kaplan y Norton en los años noventa, esta basado en la idea de que la evaluación de una organización no debe estar restringida a las mediciones tradicionales de desempeño financiero, sino que también deberá estar complementada a través de medidas que se refieran a satisfacción del cliente, procesos internos y la habilidad de innovar. Los resultados que se logran con esta perspectiva adicional deben asegurar los futuros resultados financieros. Kaplan y Norton proponen una estructura de tres etapas para estas perspectivas: misión, objetivos y métricas (Grembergen, DeAdes et al. 2003).

El marco de referencia genérico del BSC puede ser trasladado a las necesidades mas especificas de los proyectos y sus procesos específicos. Reconociendo que un proyecto es un proveedor de servicios interno, las perspectivas propuestas por el BSC genérico deben cambiarse de acuerdo a lo siguiente: distribución de la organización, orientación al usuario, excelencia operacional y orientación futura (Grembergen, DeAdes et al. 2003). Un balanced scorecard para proyectos de I+D que puede ser usado para la medición del desempeño del los proceso del proyecto como se muestra en la Tabla\_16.

Los componentes esenciales del BSC son las relaciones de causa efecto entre las métricas. Estas relaciones son articuladas a través de dos tipos de mediciones: las métricas de beneficio y las métricas de desempeño, las métricas de beneficio son equivalentes a los ICO y las métricas de desempeño son equivalentes a los ICD. Esto implica que los indicadores de la Tabla\_15 se pueden alinear perfectamente con los grupos de métricas de la Tabla\_16.

Factores críticos de éxito (FCE)	Indicadores clave de objetivos (ICO)	Indicadores clave de desempeño (ICD)
Vision, mision, objetivos y metas claros	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto esta expresado en términos del usuario final del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de aplicaciones y servicios de operación que puede satisfacer el producto del proyecto</li> <li>Numero de objetivos del proyecto completados</li> <li>Numero de hitos alcanzados.</li> </ul>
Adaptabilidad organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>El análisis de causas raíz se desarrolla cada vez que se desarrolla una desviación en la línea de base del proyecto</li> <li>Causa la mínima ruptura en las operaciones del negocio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de resolución de problemas con los objetivos del proyecto</li> <li>Tiempo de resolución del requerimiento de cambio para un entregable</li> <li>Numero de reuniones realizadas para completar el reporte de lecciones aprendidas en el proyecto.</li> </ul>
Provision de sistemas de planeación y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>La organización puede identificar fuentes de variaciones en costos</li> <li>La administración del proyecto, contabilidad y responsabilidades estan vinculadas a los objetivos del proyecto.</li> <li>Esta disponible un sistema para el seguimiento y trazabilidad de los cambios individuales.</li> <li>Cumple los estándares de calidad y seguridad</li> <li>Proporciona mayor rentabilidad al negocio y otros beneficios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desviaciones en el costo del proyecto.</li> <li>Desviaciones en el tiempo estimado del proyecto.</li> <li>Numero de proyectos en el portafolio</li> <li>Número de no conformidades presentadas</li> <li>Resultados del análisis del valor ganado en el desarrollo del proyecto</li> </ul>
Canales de comunicación claros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se proporciona informa con detallada y consistente para las variacones en tiempo y costo.</li> <li>Habilidades y herramientas están disponibles para proveer información util y a tiempo sobre los niveles de servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de entrega de las comunicaciones del proyecto</li> <li>Numero de fallas para proveer reportes de desempeño tal como se acordó</li> <li>Numero de regulaciones gubernamentales y normatividad revisada y sus cambios</li> </ul>
Soporte de los involucrados y directores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumple con los requerimientos o especificaciones técnicas del cliente</li> <li>Satisfacción del cliente o patrocinador del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados del análisis de Kano en tres puntos del desarrollo del proyecto iniciación, planeación y ejecución.</li> </ul>

Tabla 15. : Definición de indicadores clave de desempeño para proyectos de I+D.  
 Fuente: Elaboración propia.

<p><b>Orientación al usuario</b>                      Como los usuarios ven al proyecto</p> <p><b>Mision</b>                      Cumplir los requerimientos de los usuarios e incrementar la satisfacción de los mismos</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de los objetivos del proyecto</li> <li>• Satisfacción del usuario</li> </ul> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de aplicaciones y servicios de operación que puede satisfacer el producto del proyecto</li> <li>• Resultados del análisis de Kano en tres puntos del desarrollo del proyecto iniciación, planeación y ejecución.</li> </ul>	<p><b>Contribución a la organización</b>                      Como la administración ve a los procesos del proyecto</p> <p><b>Mision</b>                      Obtener una contribución razonable de los procesos del proyecto</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de los gastos para la administración del proyecto</li> <li>• Maximizar el efecto en el producto final</li> </ul> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de objetivos del proyecto completados.</li> <li>• Número de hitos alcanzados.</li> <li>• Resultados del análisis del valor ganado en el desarrollo del proyecto.</li> </ul>
<p><b>Excelencia en operación</b>                      Cuan efectivo es el proceso de administración del proyecto</p> <p><b>Mision</b>                      Planear el proyecto para desarrollar una adecuada administración del mismo</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento del proceso de planeación del proyecto para una adecuada administración del mismo</li> <li>• Administración eficiente de los estados de resultados del proyecto</li> <li>• Reporte eficiente de gastos</li> <li>• Reportes de desempeño eficientes</li> <li>• Proceso de implementación eficiente</li> </ul> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de fallas para proveer reportes de desempeño tal como se acordó</li> <li>• Desviaciones en el costo del proyecto.</li> <li>• Desviaciones en el tiempo estimado del proyecto.</li> <li>• Numero de proyectos en el portafolio</li> <li>• Número de no conformidades presentadas</li> <li>• Tiempo de entrega de las comunicaciones del proyecto</li> <li>• Numero de regulaciones gubernamentales y normatividad revisada y sus cambios</li> </ul>	<p><b>Orientación a futuro</b>                      Esta el proyecto posicionado para cumplir las exigencias de futuros requerimientos</p> <p><b>Mision</b>                      Desarrollar oportunidades para responder a futuros requerimientos</p> <p><b>Objetivos</b></p> <p>Formación de experiencia proveniente del desarrollo del proyecto en curso para que sea usada en nuevos desarrollos</p> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de reuniones realizadas para completar el reporte de lecciones aprendidas en el proyecto.</li> <li>• Tiempo de resolución de problemas con los objetivos del proyecto</li> <li>• Tiempo de resolución del requerimiento de cambio para un entregable.</li> </ul>

Tabla 16. : Tablero de indicadores genéricos para proyectos de I+D

Fuente: Adaptado de Wim Van Grembergen, Steven De Hades, Isabelle Amelinckx . 2003 . Using COBIT and the balanced scorecard as instruments for service level agreements - Information Systems Control Journal 4 (2003).

## **2.10. Conclusiones**

El proceso de planeación que busca encontrar la solución a las desviaciones entre la situación actual y la deseada se puede adaptar con bastante precisión a la administración de un proyecto, debido a la característica que tienen estas últimas de ser pequeñas organizaciones temporales que buscan convertir la situación actual o estado de insatisfacción en una nueva realidad.

El paradigma de la conducción planeada es la forma más adecuada de manejar proyectos de I+D, debido a que el enfoque de conducción planeada se presenta cuando se ha preestablecido un estado futuro deseado del objeto conducido. En el momento de realizar la planeación de un proyecto de cualquier tipo ya se cuenta con el problema identificado y se presenta la etapa en la cual se debe instrumentar la solución que se busca implantar o desarrollar.

La etapa de diagnóstico para la planeación se reformula y se le da el nombre de formulación de fines porque en el caso de los proyectos no es necesario identificar un problema por resolver sino definir los fines del proyecto para poder desagregarlos en objetivos, funciones y actividades necesarias para el desarrollo del proyecto.

Los proyectos que carecen de visión no pueden tener una idea clara de su mercado objetivo o de sus fines concretos para identificar oportunidades tecnológicas. Los proyectos enfocados en metas a corto plazo generalmente responden con reacciones involuntarias a los cambios en el entorno. Las organizaciones, compañías, y departamentos de I+D que carecen de una visión (o estrategias para alcanzar dicha visión) se enfrentan a actividades del día a día, pierden de vista sus objetivos a largo plazo y su misión.

Se escoge la planeación normativa como enfoque de planeación para este modelo porque este enfoque está orientado a el establecimiento de reglas, leyes y políticas dentro de la organización principalmente para mantener el control, seguimiento y desarrollo de la planeación, lo cual es muy necesario en el caso de los proyectos de investigación y desarrollo.

La conclusión general es que es posible hacer planeación de proyectos partiendo desde el concepto de planeación y enfocando el proceso de planeación hacia la necesidad específica del proyecto que se va a conducir, en este caso fue el de la planeación normativa debido a que se ha observado que los proyectos de investigación y desarrollo carecen de una estructura de reglas, leyes y políticas que permitan mantener el control dentro de la organización.

## **Capítulo 3: Un modelo de planeación para Proyectos de I+D.**

### **3.1. Introducción**

En este capítulo se desarrolla el modelo de planeación que se propone para los proyectos de investigación y desarrollo, se propone un modelo<sup>12</sup> de planeación debido a que dedicar tiempo a desarrollar una metodología para la administración de proyectos es un esfuerzo que no encuentra una utilidad importante. Es por ello que el modelo busca ser un esquema teórico, del sistema de planeación de proyectos enfocado a los proyectos específicos que buscan investigación y desarrollo con el fin de facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. Es así como el modelo de planeación se construye a partir de las teorías e información tratada en los capítulos anteriores y se formula a través de tres sub modelos que se relacionan entre si, dichos sub modelos son: Modelo para la formulación de objetivos, modelo del sistema de administración del proyecto y el modelo de instrumentación del proyecto.

El marco teórico y la definición de los proyectos de investigación y desarrollo de los capítulos 2 y 1 respectivamente han conducido el proceso de construcción del modelo hacia estos tres componentes fundamentales, los cuales a su vez cubren los tres niveles de la Planeación, el nivel de políticas (modelos de formulación de objetivos), el nivel estratégico (Modelo del sistema de administración del proyecto) y el nivel operativo (Modelo de instrumentación del proyecto).

En el caso de la consecución de una ventaja competitiva en investigación y desarrollo (I+D), se ha determinado que a medida que la organización avanza a través de las etapas de la innovación, las habilidades técnicas se incrementan. (Figura\_29) Entonces, la organización deberá desarrollar un buen enfoque hacia el problema de evaluar las fuentes de riesgo técnicos y que pueden ser localizados efectivamente en otros proyectos. A medida que el riesgo técnico crece, también lo hace la cantidad de dinero invertido, así como el requerimiento de mejores habilidades técnicas. Las habilidades técnicas requeridas aumentan a medida que se pasa de la investigación básica hacia el desarrollo. A pesar que algunos autores discrepan acerca de esta necesidad para incrementar las habilidades técnicas, se sabe que si bien es cierto un producto se puede desarrollar en un pequeño laboratorio, quizás nunca sea capaz de ser producido a gran escala, o incluso, si llega a ser producido a gran escala, la calidad del producto tendría que ser degradada. Así mismo, en el desarrollo que es la etapa en la cual se tiene los números finales de producción se encuentra que el producto no puede ser producido a un precio competitivo (Kerzner 2001).

El modelo que se plantea cae en la definición que Kerzner le da a ventaja competitiva ya que permite aumentar las habilidades de organización del equipo del proyecto, son de especial importancia, los sistemas de planeación y control del proyecto. Estos sistemas son de gran utilidad, puesto que la mayoría de las veces los beneficios que se pudieron derivar de uno (o varios) proyectos son inciertos, y tal vez no se materialicen nunca. Por ello, los sistemas de

---

<sup>12</sup> En este caso el término modelo se usa para definir al producto de este trabajo de investigación, sin embargo, se usa la definición de modelo que indica que un modelo es un punto de referencia que se usa para imitarlo o reproducirlo, no se esta haciendo referencia a la definición de modelo como la representación de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. El resultado de la investigación no puede ser una metodología ya que esta es un conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal y los métodos que la componen son procedimientos que se siguen en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla, es por ello que el resultado de la investigación al ser una serie de pasos para la estructuración de un plan de proyecto no cubre completamente la definición de metodología o método.

monitoreo y control deben poder reconocer rápidamente cuando ocurran cambios significativos respecto a lo previsto originalmente, para tomar acciones correctivas y, si es necesario, abandonar el proyecto.

Asimismo, los sistemas de planeación son particularmente útiles para discriminar en la cartera de proyectos, para evaluar probabilidades de éxito asociadas a plazos y costos, para negociar con los usuarios, y como instrumento de comunicación interna en la organización.

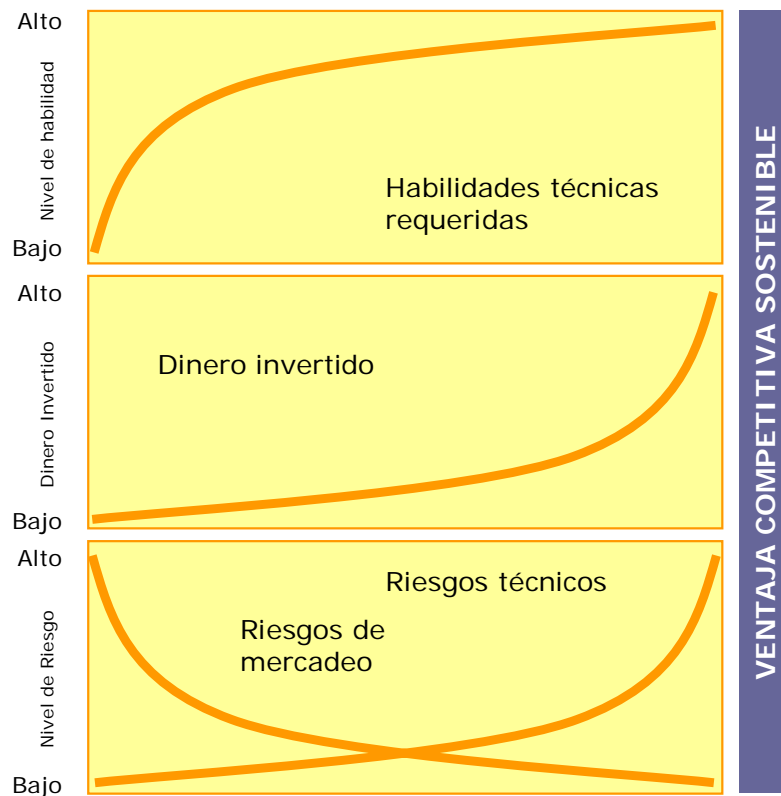


Figura 28. : Esfuerzos de I+D para una ventaja competitiva sostenible  
Fuente: Kerzner, Harold. 2001. *Strategic Planning for Project Management using a Project Management Maturity Model*. Hoboken. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc.



### 3.2. Descripción del modelo

El modelo de planeación que se plantea nos permite establecer las dimensiones tecnológicas críticas del proyecto y determinar cuáles son nuestros objetivos principales y secundarios, en función de la competitividad que queramos darle al producto final. Con esto ya estamos en condiciones de formular la propuesta del proyecto, tanto para obtener recursos, ya sean internos o externos, como para tener una herramienta de planeación y control de nuestras propias actividades.

Formular un proyecto, entonces, significa definir con la mayor claridad y exactitud posible los siguientes puntos (Solleiro 1989):

- ✓ La justificación desde un punto de vista financiero y de su relevancia económica (social).
- ✓ Los antecedentes existentes, y una revisión del estado del arte en la materia.
- ✓ Los objetivos principales y secundarios, si es posible, expresados en términos de dimensiones tecnológicas.
- ✓ Los resultados esperados y los criterios de éxito.
- ✓ El plan de actividades, indicando la manera en que van a alcanzarse estos resultados, y los sistemas de evaluación y control de este plan.
- ✓ Los recursos humanos, materiales y financieros requeridos para ejecutar el proyecto.
- ✓ Los arreglos institucionales necesarios, así como la definición de las variables exógenas al proyecto que pudieran afectar el logro de los objetivos. Aquí quedan incluidos los compromisos y responsabilidades institucionales; la composición de los organismos de dirección y coordinación del proyecto, sus atribuciones y funciones. Además, deben describirse los documentos legales y contractuales que se requieren para la ejecución del proyecto y las condiciones y mecanismos de financiamiento del proyecto mismo.

Lo anterior nos da idea del contenido de una propuesta de proyecto, aunque se debe tener en cuenta que para el caso de proyectos científicos las justificaciones y resultados son de naturaleza diferente a la concepción general que se tiene de un proyecto. Los proyectos de I+D pueden justificarse por el hecho de esperar un avance en el conocimiento de un fenómeno; la formación de recursos humanos etc. y son mayoritariamente desarrollados por entidades carentes de intereses lucrativos.

En lo siguiente se describe los tres sub modelos que componen el modelo de planeación planteado:

#### 3.2.1. Modelo para la formulación de objetivos

Después de revisar los conceptos de la sección 2.5 Formulación de fines, es posible desarrollar una estructura de desagregación para la visión de un proyecto, pasando por su misión y objetivos hasta llegar a las actividades. Es esta estructura la que nos va a identificar los fines de un proyecto y traducirlos en entregables tangibles que posteriormente serán ejecutados a través de actividades (Figura\_30).

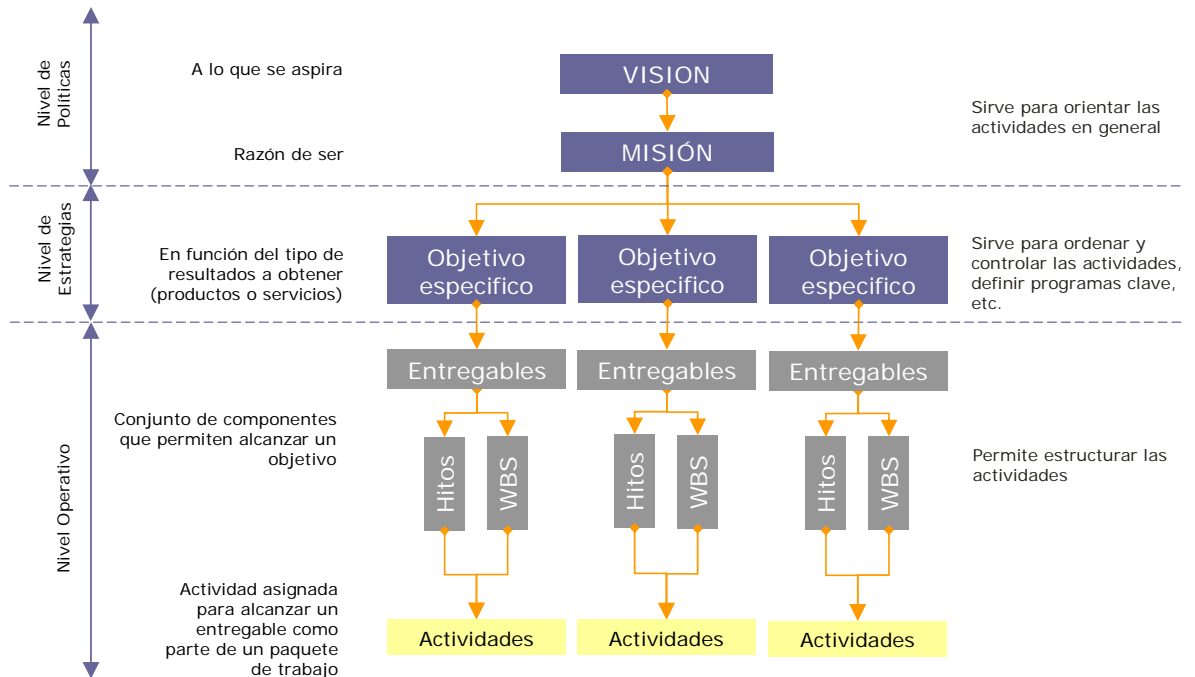


Figura 29. : Modelo para la formulación de objetivos  
 Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Modelo del sistema de administración del proyecto

Con la finalidad de establecer un modelo de administración del proyecto que pueda integrar las ventajas de los modelos normalmente usados en administración de proyectos, se parte de la definición de los objetivos de control del proyecto.

Como se revisó en la sección anterior el modelo de administración del proyecto se fundamenta en tres dominios que definen los objetivos que se deben cumplir a traves de este modelo los cuales son:

- ✓ Planeación y organización
- ✓ Entrega y soporte
- ✓ Monitoreo

La interrelación de los dominios la información generada en el proyecto y los recursos necesarios se muestra en la Figura\_31.



Figura 30. : Modelo del sistema de administración del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Modelo para la instrumentación del proyecto

Ya definido el modelo de administración que se aplica al proyecto de I+D corresponde pasar a la etapa de instrumentación del mismo, en esta etapa es en donde se definen los pasos necesarios para poder traducir todo lo visto en los modelos para la administración y para la instrumentación del proyecto, en entregables tangibles que van a formar parte del plan del proyecto. Basados en el trabajo de Abdomerovic se desarrolla un proceso de 15 pasos para la definición del plan del proyecto, este modelo de 15 pasos, en su primer nivel de desagregación contiene siete grupos de procesos para la definición del plan de proyecto y un proceso adicional al cual se le ha denominado Integración del plan del proyecto, este último proceso reúne los productos de los siete grupos de procesos primarios y genera el resultado final de este trabajo que es el Plan para un Proyecto de Investigación y Desarrollo (Figura\_32). Los siete grupos de proceso y el proceso integrador son los siguientes:

- ✓ Definición del proyecto
- ✓ Definición de actividades y línea de base del alcance
- ✓ Estimación de los recursos por actividad
- ✓ Diseño de la organización
- ✓ Planeación del control y riesgo
- ✓ Definición del cronograma y línea base de tiempo
- ✓ Definición del presupuesto y línea de base de costos
- ✓ Integración del plan del proyecto

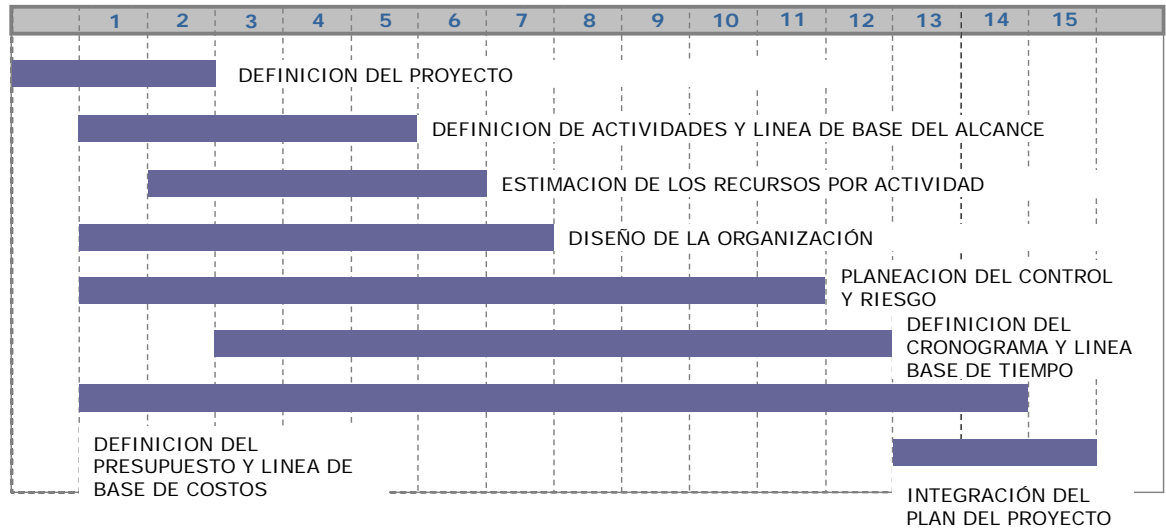


Figura 31. : Modelo para la instrumentación del proyecto

Fuente: Adaptado de Abdomerovic, Muhamed. 2002. *Brainstorming the PMBOK Guide The complete reference for relating and cronologically secuencing process inputs and outputs*. Louisville. Kentucky. Project Management Publications.

### 3.3. Integración del modelo

Los tres modelos revisados se pueden integrar en una estructura funcional que permita el desarrollo del plan del proyecto de una forma ordenada y a través de la generación de información que permita ir desagregando los objetivos del proyecto en cada una de los quince pasos del modelo de instrumentación del proyecto.

Esto es posible porque los modelos que se han definido para la planeación del proyecto no ocurren en forma aislada ni secuencial sino que se traslapan y se relacionan a medida que se va generando la información del proyecto.

La Figura\_33 muestra como se integran los modelos desarrollados en un solo esquema general que posteriormente se puede llevar a una forma simplificada tal como lo muestra la Figura\_32.

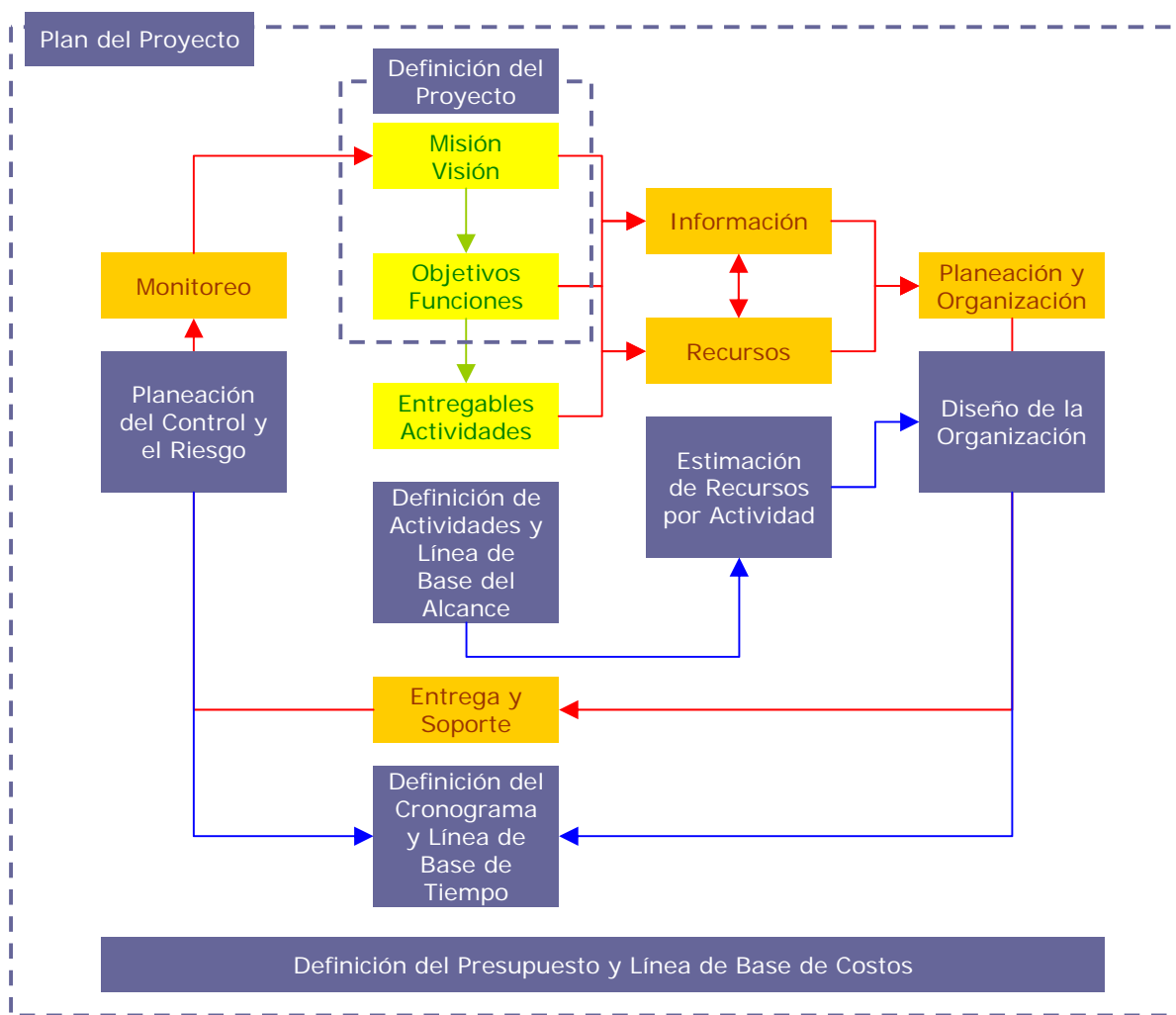


Figura 32. : Modelo de Planeación de Proyectos Integrado  
 Fuente: Elaboración propia.

Finalmente el modelo queda definido por los grupos de procesos de la Figura\_33, estos grupos están compuestos por procesos que tienen un entregable definido y que están orientados a prever cada uno de los problemas que se presentan en la planeación actual de proyectos de I+D. Los procesos que se han definido en esta sección son el resultado de todo lo revisado en la parte de la fundamentación teórica de este trabajo y se describen en detalle a continuación:

### 3.3.1. Definición del proyecto

El proceso de planeación inicia en un estado de insatisfacción y el deseo de actuar por parte de los responsables (Sanchez y Fuentes 1995). En el caso de los proyectos de investigación y desarrollo, este estado de insatisfacción se origina en la presencia de oportunidades técnicas, necesidades explícitas y necesidades latentes del medio en el que se desarrolla el proyecto. La generación de ideas es un acto en el cual se manejan elementos conocidos o desconocidos para producir ideas más valiosas que las anteriormente existentes. Por otro lado, la creatividad puede manifestarse individualmente o en grupos, y podemos estimularla o inhibirla. Para eso, la estructura y el ambiente de la organización influyen marcadamente, como también es decisivo el estilo de liderazgo de los jefes. En otras palabras, la creatividad es un elemento que puede administrarse (Solleiro 1989).

El proceso de definición del proyecto está integrado por dos subprocesos, el desarrollo de la carta del proyecto y el desarrollo del alcance preliminar del proyecto, estos dos subprocesos cumplen la función de producir dos de los documentos fundamentales para la iniciación de un proyecto que son la carta y el alcance del proyecto (Figura\_34).

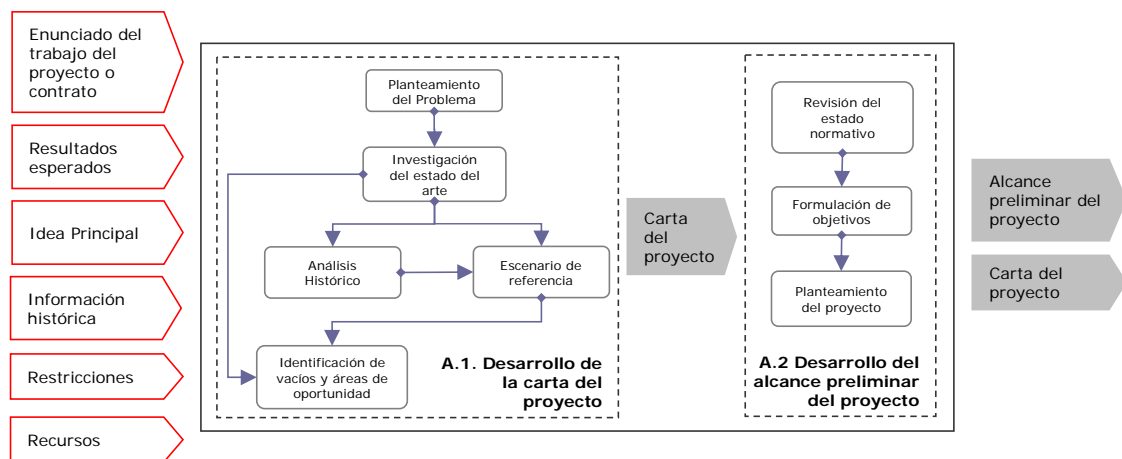


Figura 33. : Proceso de definición del proyecto  
 Fuente: Elaboración propia.

Una vez desarrolladas la carta del proyecto y el alcance preliminar se tendrá bien definido el proyecto dentro de un marco histórico, tecnológico y normativo. El proceso de definición del proyecto requiere de información básica sobre el motivo que genera el proyecto, con este fin es necesario contar con los siguientes elementos básicos.

#### 3.3.1.1. Visión del proyecto

Desde la perspectiva de la administración de proyectos, la visión describe que el o que pretende alcanzar el proyecto. A menudo es un enunciado soportado por una lista de metas y objetivos. La visión es esencialmente la una idea de un estado deseado, expresada de tal forma que todos lo puedan entender (Kleim y Ludin 1998).

#### 3.3.1.2. Misión del proyecto

Desde el punto de vista de la administración de proyectos, la misión es un enunciado de los propósitos enfocados hacia la visión, que distingue a un proyecto de otros similares, es un compendio de la razón de ser del equipo de trabajo creado para el desarrollo del proyecto, y es esencial para determinar objetivos y formular estrategias.

#### 3.3.1.3. Los objetivos del proyecto

Respecto a los objetivos conviene distinguir entre lo que denominaremos como objetivos operacionales y objetivos de desarrollo. Los primeros buscan la corrección o el mejoramiento del desempeño del sistema, en tanto que los segundos establecen la imagen general de hacia donde se pretende conducir al sistema (con un futuro, a veces radicalmente distinto al actual y de lo previsto de acuerdo a las tendencias) (Sanchez y Fuentes 1995).

El enunciado de los objetivos de un proyecto consiste en una descripción de los resultados del proyecto: Que se propone crear, y una fecha objetivo para su creación, cuando deben estar disponibles los resultados. También se incluye un enunciado de cuanto dinero se puede gastar con el fin de cumplir con el objetivo. Estas tres dimensiones de los objetivos del proyecto – resultados, tiempo y costos – forman el corazón de los objetivos del proyectos denominados “duros” (Archibald 1992). Los objetivos de los proyectos denominados “suaves” están relacionados con el trabajo completado: actitudes, habilidades, comportamiento y expectativas del cliente. La importancia de la definición de los objetivos del proyecto se puede decir que se encuentra resumida en la frase “dentro de los límites que han sido establecidos”, y es la planeación la que se encarga de determinar dichos límites, y la definición de cómo llegar a lo objetivos dentro de los límites establecidos.

Los objetivos específicos del proyecto deben soportar la misión y la visión del mismo. Es importante que el patrocinador del proyecto, el administrador del proyecto y los líderes funcionales del proyecto entiendan no solo los objetivos del proyecto la misión y la visión que soportan al proyecto. Solo con este entendimiento se pueden tomar las mejores decisiones cuando se presentan conflictos entre el tiempo, costo y resultados técnicos del proyecto (Archibald 1992).

#### 3.3.1.4. Las funciones del proyecto

Una vez definidos los objetivos que se desean alcanzar en el proyecto es posible, a través de técnicas participativas, lograr un consenso sobre las funciones que se requerirán con el fin de cumplir dichos objetivos.

Para la definición del alcance es necesario revisar el aspecto normativo que envuelve al proyecto y a los productos que se van a desarrollar, esta parte de revisión esta muy relacionada con la formulación de objetivos ya que es a través del conocimiento de la parte normativa del proyecto que se pueden plantear objetivos alcanzables.

#### 3.3.1.5. Carta del Proyecto

Para el desarrollo de la carta del proyecto se debe seguir una secuencia que permita recopilar la información histórica sobre los esfuerzos que sen venido desarrollando en el campo de aplicación en que se desarrolla el proyecto de I+D, es a través de este análisis que se puede establecer un escenario de referencia que proporciona los límites en los que esta enmarcado el proyecto estas dos acciones forman parte de lo que se denomina la investigación del estado del arte a partir de la investigación del estado del arte es posible definir los vacíos y áreas de oportunidad que deberá cubrir el proyecto. Los componentes del proceso se describen a continuación:

##### a. Planteamiento del problema

En planeación es necesario contar con una visión amplia y ordenada de la situación que se enfrenta para así ordenar de mejor manera las etapas de estudio subsecuentes (Sanchez y Fuentes 1995).

Puede subdividirse en las siguientes partes:

#### **Problemática**

En este apartado puede plantearse:

- Breves antecedentes de la problemática.(Antecedentes del problema)
- Síntomas que la reflejen.(Situación Problemática)
- Efectos inmediatos y futuros.
- Causas probables. Factores asociados.
- Datos que verifiquen que el problema es parte de un contexto en el que se conjugan otros problemas relativos.
- Actores y/o instituciones involucradas.
- Soluciones que se han intentado.
- Interrogantes fundamentales, preguntas a responderse en la investigación.(Enunciado del problema)

Todo lo anterior, redactado en forma lógica y coherente con un enfoque deductivo; a menos que el tipo de investigación amerite un enfoque inductivo.

#### **Delimitación de la investigación**



En este apartado se establecerá descriptivamente la cobertura que tendrá la investigación en lo relativo a:

- Espacio geográfico, es decir, el lugar donde se realizará la investigación.
- Sujetos y/u objetos que participarán en la realización del estudio.
- Tiempo, especificando el periodo de tiempo en el que fue realizado la investigación.
- Contenidos, se debe mencionar la o las variables que se considerarán en el estudio.

### **Justificación**

Este apartado debe reflejar la importancia y relevancia que tiene la investigación que se realizará, exponiendo argumentos tales como:

- Evidencias que demuestren la magnitud de la problemática o necesidad de éstas para profundizar en el análisis.
- Necesidad de corregir o diseñar medidas correctivas que contribuyan a la solución de los problemas expuestos.
- Demostrar que la investigación constituye una estrategia para enfrentar la problemática mencionada.
- Mencionar los beneficios futuros que pueden obtenerse, tanto para las personas como para las instituciones y/o grupos sociales.

### **Limitaciones**

Este apartado debe reflejar las restricciones que tiene la investigación, para poder expandir o generalizar los resultados, así como el reconocimiento de las incidencias de otras variables que en el proceso de la investigación no se controlan. Debe evitarse mencionar limitantes que puedan preverse antes de realizar la investigación, tales como tiempo, costos, falta de información y otras propias de los investigadores. La primera visión que se ofrece generalmente es parcial y vaga y a veces equívoca (principales síntomas, algunos datos aislados, creencias respecto a las causas, etc.), por lo que se debe tener cuidado de no adelantar juicios o crear compromisos prematuros (Sanchez y Fuentes 1995).

#### **b. Investigación del estado del arte**

La recopilación, procesamiento y análisis de la información es tal vez la actividad que mayor cantidad de recursos y tiempo demanda, de ahí la necesidad de que se precise lo siguiente (Sanchez y Fuentes 1995):

- Qué conjetura o hecho se busca esclarecer
- Qué información se requiere
- Qué indicadores se pretende obtener

- Cuáles son las posibles fuentes de información
- Qué procesamiento de la información se requiere.

c. Análisis histórico

El análisis histórico no consiste en capturar todo antecedente con la sola esperanza de un “hallazgo” que dé respuesta a las preguntas que ni siquiera se ha sido capaz de formular. El valor de una serie o dato histórico está dado por su capacidad para explicar algún hecho del presente que despierte dudas o como base de conocimiento para el pronóstico de alguna variable de interés, por ello siempre se debe ser claro en que información se busca y para qué (Sanchez y Fuentes 1995).

d. Escenario de referencia

Para la elaboración de los escenarios de referencia se parte de la hipótesis de que no habrá ninguna intervención para cambiar el curso de las cosas y así poner de manifiesto las dificultades latentes (Sanchez y Fuentes 1995).

e. Identificación de vacíos y áreas de oportunidad

A través de la identificación de vacíos es posible observar que es lo que se ha desarrollado hasta el momento en el campo de acción del proyecto y que es lo que se ha pasado por alto o en que puntos se encuentra una debilidad en la investigación y desarrollo realizada, de esta manera es posible identificar puntos de partida o puntos críticos de riesgo en el desarrollo del proyecto.

La evaluación del sistema tiene como propósito establecer las discrepancias entre lo que se desea y el estado actual o previsto; contando, para el efecto, con los elementos necesarios (conocimiento del sistema y los objetivos) (Sanchez y Fuentes 1995).

### 3.3.1.6. Alcance Preliminar del Proyecto

Para el desarrollo de la carta del proyecto se debe seguir la secuencia que se indica en la Figura\_35, los componentes del proceso se describen a continuación:

a. Revisión del estado normativo

La revisión del estado normativo consiste en la recopilación de información legal, normas y estándares de la industria que se han desarrollado hasta el momento de la concepción del proyecto, esto sirve para ubicar al proyecto dentro de los límites que establecen las regulaciones legales y técnicas vigentes.

b. Planteamiento del proyecto

Esta es la última fase del proceso de formulación del problema, tiene por propósito hacer una presentación clara y ordenada de los resultados hasta ahora obtenidos, a efectos de comunicarlos a quienes corresponda (Sanchez y Fuentes 1995).

Los aspectos a contemplar en el planteamiento del proyecto se pueden adaptar de aquellos que la planeación normativa nos presenta en la etapa del planteamiento del problema según Sánchez y Fuentes (1995):

- Proponer un título adecuado para el proyecto.
- Elaborar una descripción sumaria de la naturaleza del proyecto y de lo que se espera para el futuro.
- Determinar los principales factores y agentes o departamentos) involucrados en el proyecto y por tanto en su ejecución.
- Plantear los objetivos y prioridades entre los distintos puntos por atender.
- Concluir con una breve descripción del procedimiento que se siguió y de los principales trabajos realizados.

Una vez desarrolladas la carta del proyecto y el alcance preliminar se tendrá bien definido el proyecto dentro de un marco histórico, tecnológico y normativo.

### 3.3.2. Definición de actividades y línea de base del alcance

Uno de los factores clave para el correcto desarrollo de un proyecto es el desarrollo de un alcance estructurado encaminado a identificar el trabajo que se desarrollará y el tiempo necesario. A pesar de que la definición del trabajo a realizar esta descrito en los contratos o convenios, siempre es necesaria una reestructuración mayor con el fin de convertir dicha información en un plan de proyecto práctico. Otro aspecto de esta fase inicial del proyecto es la de actualizar los planes previamente desarrollados. Si se define el procesos de la planeación del proyecto y control como la integración del alcance del trabajo del proyecto, el tiempo, el uso de recursos y los costos entonces es necesario desarrollar una base estructurada para cada uno de estos (Levine 2002):

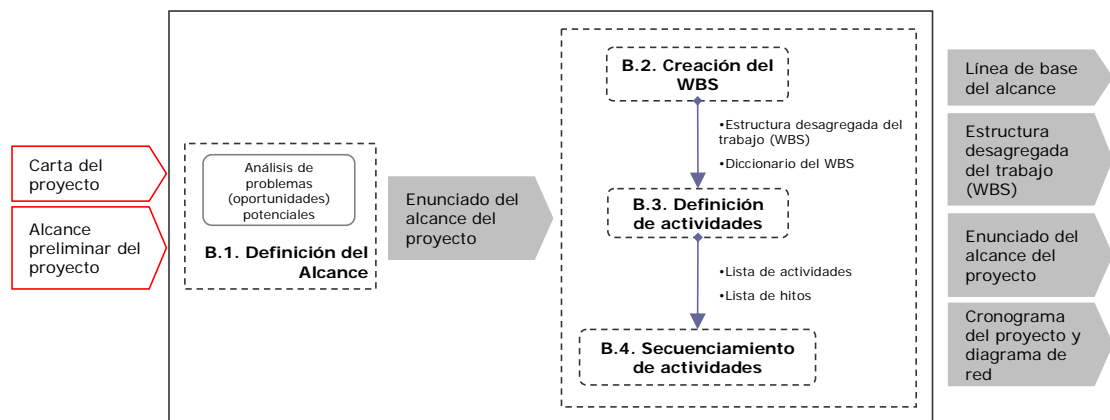


Figura 34. : Proceso de definición de actividades y línea de base del alcance  
 Fuente: Elaboración propia.

El proceso de definición de actividades y la línea de base del alcance comienza con la definición del alcance del proyecto, lo cual permite identificar cual es el trabajo que se va a desarrollar y desagregarlo en la estructura desagregada del trabajo (WBS), también es importante desarrollar el llamado diccionario del WBS, para que toda la organización del proyecto, este enterado de los términos que se utilizarán para la definición de las tareas. Una vez definido el trabajo a desarrollar se procede a desagregar dicho trabajo en actividades e hitos, los hitos son eventos que definen el avance de l proyecto en un tiempo determinado y bajo requisitos preestablecidos.

Con toda la información desagregada de esta manera, es posible desarrollar el cronograma del proyecto desde el punto de vista de las relaciones entre tareas.

#### 3.3.2.1. El alcance del proyecto

Los términos enunciado del trabajo o alcance del trabajo, a menudo se usan, pero estos términos pueden o no contener la definición total del alcance del proyecto. El enunciado del alcance de un proyecto en general deberá incluir (Archibald 1992):

- ✓ Los resultados del proyecto: Que es lo que se creará, en términos de sus características físicas, geográficas, cantidad, especificaciones técnicas y de operación, características de costo y utilidad.
- ✓ El alcance que se usará: Tecnología (nueva o existente), recursos internos o externos, definición de límites entre el proyecto y su entorno.
- ✓ Contenido del proyecto: Que es lo que se incluye o excluye en el trabajo que será realizado, y una definición de los límites entre las tareas del proyecto y otro trabajo que puede estar relacionado a los resultados del proyecto o su entorno.

Una definición clara y completa de los objetivos y el alcance del proyecto son los requisitos para una buena planeación y control, y finalmente el éxito del proyecto. Los objetivos del proyecto se desagregan en entregables que son los constituyentes tangibles que soportados por las estrategias van a traducirse en objetivos completados dentro de un proyecto (Archibald 1992).

#### 3.3.2.2. Los entregables y las fases del proyecto

Una fase de proyecto generalmente concluye con una revisión del trabajo completado y de los entregables para determinar la aceptación, si se requiere trabajo extra, o si la fase debe ser considerada como cerrada. Se realiza una revisión administrativa para tomar la decisión de empezar las actividades de la siguiente fase sin cerrar la fase en curso, esto se da cuando el administrador del proyecto elije realizar traslape de actividades para reducir los tiempos del proyecto.

Los entregables son producidos como salidas de los procesos desarrollados y definidos en el plan de administración del proyecto. La información en el avance y que trabajo se ha desarrollado se recopila como parte de las salidas de ejecución del proyecto y como entradas para el reporte de desempeño. Los entregables del proyecto requieren ser integrados en las operaciones en curso de la organización que desarrolla el proyecto o del

cliente, o con la planeación estratégica a largo plazo con el fin de tomar en consideración futuros problemas y oportunidades (PMI 2004).

a. Hitos del proyecto

En el cronograma de nuestro proyecto deberían existir varios hitos que informen la fecha estimada en que pensamos cumplirlos, y que luego en la ejecución compararemos con la fecha real. En muchos proyectos, se hace mención solamente de los hitos y es muy común que sólo los hitos le interesen a un comité de directores que revisa proyectos en una gran organización.

Dentro de los consejos típicos, se recomienda colocar algunos hitos dentro del plan solamente como señal de que llegamos a un punto importante en el proyecto. Estos hitos servirán como herramientas de comunicación para los patrocinadores y demás involucrados. De esa manera se define un tablero de control para todos los proyectos, en el cual se indican, por ejemplo, los hitos que hemos atravesado, cuál se encuentra cerca, cuál está atrasado, etc.

La utilidad de los hitos se basa en la buena selección de los mismos. Pero al igual que los diagramas de GANTT, la programación con hitos no aporta o refleja información acerca de la interdependencia entre tareas o actividades.

b. Estructura desagregada del trabajo

Un WBS<sup>13</sup> es normalmente presentado en forma de tabla sin embargo, el WBS no se deberá confundir con el método de presentación. (PMI 2001)

A cada ítem del WBS se le asigna generalmente un identificador único; estos identificadores se conocen colectivamente como el código de cuentas. A los ítems a nivel más bajo del WBS se denomina paquetes de trabajo.

La descripción de los elementos de trabajo generalmente se recogen en un diccionario del WBS. Un diccionario del WBS incluirá típicamente las descripciones de los paquetes de trabajo como también otra información de planeación tales como fechas de cronograma, presupuestos de costos y asignación de personal.

El WBS no deberá ser confundido con otros tipos de estructura de “desglose” que se usan para presentar la información del proyecto. Otras estructuras comúnmente usadas en otras áreas de aplicación incluyen:

- ✓ WBS contractual (CWBS), que se usa para definir el nivel de reporte que el vendedor pondrá a disposición del comprador. El CWBS generalmente incluye menos detalle que el WBS usado por el vendedor para administrar el trabajo del vendedor.

---

<sup>13</sup> Estructura de Descomposición del Trabajo o Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) (en inglés Work Breakdown Structure, WBS) es una estructura exhaustiva, jerárquica y descendente formada por los entregables y las tareas necesarias para completar un proyecto. La EDT es una herramienta muy común y crítica en la gestión de proyectos

- ✓ Estructura de desglose organizacional (OBS), que se usa para mostrar que elementos de trabajo han sido asignados a que unidades organizativas.
- ✓ Estructura de desglose de recursos (RBS), que es una variación del OBS y se usa típicamente cuando los elementos de trabajo han sido asignados a individuos).
- ✓ Lista de Materiales (BOM), que presenta una vista jerárquica de los ensamblajes, subensamblajes y componentes físicos requeridos para fabricar un producto manufacturado.
- ✓ Estructura de desglose del proyecto (PBS), que es fundamentalmente lo mismo que un WBS hecho correctamente. El término PBS es usado ampliamente en áreas de aplicación donde el término WBS se usa incorrectamente para referirse al término BOM .

Una estructura de desglose de trabajo de un proyecto previo puede ser usado como un patrón para un nuevo proyecto. Aunque cada proyecto es único un WBS puede ser muchas veces “reutilizado” ya que muchos proyectos se parecen a otro proyecto en algún grado. Por ejemplo, muchos proyectos dentro de una organización dada tendrán un ciclo de vida del proyecto igual o similar y por lo tanto tendrán entregas requeridas iguales o similares para cada fase.

Muchas áreas de aplicación tienen WBS standard o semistandar que pueden ser usados como patrones.

### 3.3.2.3. Actividades del proyecto

Para la definición de actividades es necesario contar con los siguientes datos:

- ✓ La Estructura de Desagregación de Proyecto
- ✓ Especificaciones y objetivos del proyecto
- ✓ Información histórica, qué actividades fueron necesarias en proyectos similares anteriores
- ✓ Limitaciones, presupuesto total, plazo de entrega...
- ✓ Hipótesis: se ha de elaborar una lista de actividades que completen la estructura desagregada del trabajo incluyendo todas las actividades requeridas para realizar el proyecto.

En la tarea de descomposición de actividades, se trata de subdividir los elementos del proyecto en componentes lo suficientemente pequeños para facilitar las tareas de programación, ejecución y control. Para ello, será necesario:

- ✓ Identificar los elementos principales del proyecto, fases y sub fases.
- ✓ Identificar los componentes de dichos elementos
- ✓ Definir el final de la descomposición en función de:
  - Entradas y salidas definidas
  - Obtención de estimaciones adecuadas de duración y costo
- ✓ Comprobar la corrección de la descomposición
  - Los componentes inferiores son necesarios y suficientes
  - Los componentes son programables y presupuestables

Pero la enumeración de actividades no es suficiente, y ha de ir acompañada de una descripción concreta que permita comprender su razón de ser, su contenido, el resultado esperable, su responsable y las condiciones de ejecución. Por ello, es recomendable disponer de alguna ficha o documento que sistematice dichas descripciones y sirva de guía a cuantos deban efectuarlas.

Es lógico que las distintas actividades de un proyecto no se realicen ni de forma sucesiva ni de forma simultánea. Se trata de enlazarlas en el orden más conveniente posible para resolver adecuadamente los imperativos técnicos del proyecto y para lograr la combinación óptima de costes y plazos, obteniendo una lista de precedencias entre actividades. Sin embargo, no todas las actividades en un proyecto tienen que ser secuenciales.

Las actividades de un proyecto permiten realizar las funciones de presupuestación y de estimación de duraciones así como evaluación de la disponibilidad de recursos y toda esta información desagregada permitirá el desarrollo del plan del proyecto (Figura\_36).

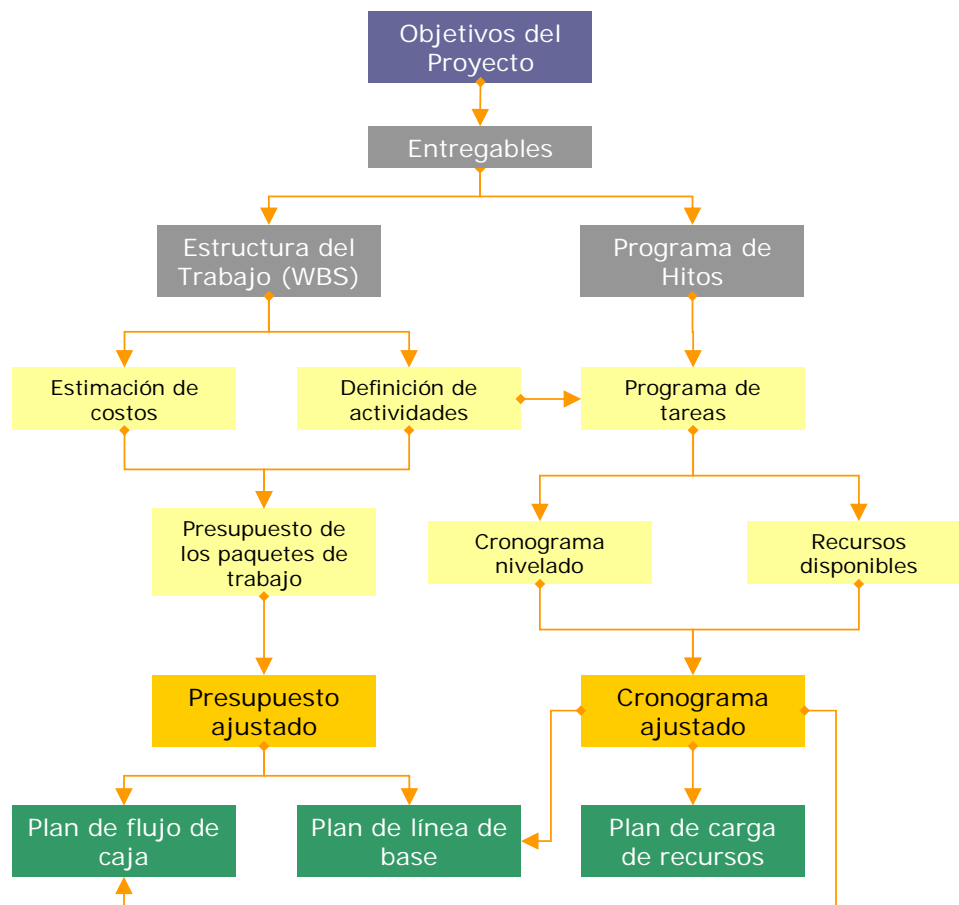


Figura 35. : Pasos para el desarrollo de un plan de línea de base  
 Fuente: Harver A. Levine. 2002. *Practical Project Management: Tips, Tactics and Tools*. New York. New York. John Wiley & Sons, Inc. Pag.: 7.

#### 3.3.2.4. Análisis de problemas (oportunidades) potenciales

El análisis de problemas potenciales es un proceso que nos permite adentrarnos al futuro, ver lo que este nos depara, y regresar al presente para actuar, y obtener con ello el mayor beneficio posible. El análisis de problemas potenciales es un patrón de pensamiento que nos permite cambiar y mejorar el futuro, en vez de que éste nos alcance imponiendo sus condiciones. Este análisis es un proceso que protege y aumenta nuestras probabilidades de asegurar que el futuro será tan favorable tanto cuanto podamos influenciarlo. Las preguntas básicas del análisis de problemas potenciales son: ¿Qué podría salir mal? y ¿Qué podemos hacer ahora al respecto?, las preguntas básicas del análisis de oportunidades potenciales son: ¿Qué puede salir mejor de lo esperado? y ¿Qué podemos hacer ahora para sacarle el mejor provecho? Las preguntas específicas que conducen a respuestas específicas constituyen el proceso pragmático y flexible del Análisis de problemas (oportunidades) potenciales (Kepner y Tregoe 1995).

Las técnicas del análisis de problemas (oportunidades potenciales) se dividen en las siguientes actividades (Kepner y Tregoe 1995):

- Enunciar la acción – el objetivo básico o el resultado final del plan o acción a implementar (proteger).
- Elaborar una lista de problemas (oportunidades) futuros – desviaciones indeseables (o desechables) y concentrarse en el análisis de cada uno por separado.
- Identificar causas probables para el problema (u oportunidad) – factores que pudieran crear o dar origen a la desviación que se anticipa.
- Tomar acciones para enfrentar las causas probables – maneras de prevenir que la causa probable origine el problema o de promover que cree la oportunidad.
- Preparar acciones para reducir (o acrecentar) los efectos probables – maneras para minimizar el impacto del problema, en caso de que ocurra o de maximizar el impacto de la oportunidad, en caso de presentarse.
- Establecer disparadores para acciones contingentes (o promotoras) – sistemas que notifiquen que el problema u oportunidad potencial ha ocurrido.

#### 3.3.3. Definición de recursos

La definición de recursos involucra determinar que recursos físicos (personas, equipo, materiales) y que cantidades de cada uno se deberán usar para ejecutar las actividades del proyecto. Esta se deberá coordinar de manera estrecha con la estimación de costos.

La salida del proceso de definición de recursos es una descripción de que tipos de recursos son requeridos y en que cantidades para cada elemento de la estructura de desglose de trabajo (WBS). Estos recursos serán obtenidos a través de adquisición de staff o de una gestión de compras.



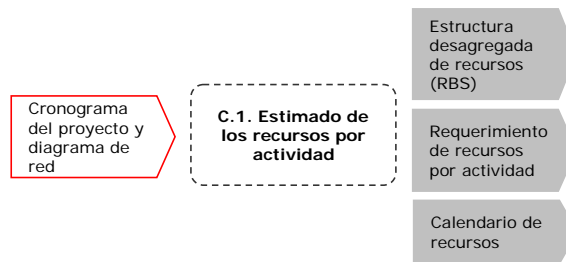


Figura 36. : Proceso de definición de recursos  
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.3.1. Recursos para el desarrollo del proyecto.

Los recursos que permiten el desarrollo del proyecto se pueden incluir dentro de las siguientes categorías:

- a. Personal  
Incluye las habilidades del equipo de trabajo.
- b. Tecnología  
Se refiere a la tecnología disponible para desarrollar el proyecto y los procesos de innovación
- c. Sistemas de procedimientos  
Se entiende como la suma de todos los procedimientos planeados
- d. Facilidades disponibles  
Son todos los recursos que permiten el desarrollo del proyecto.

#### 3.3.4. Diseño de la organización

El diseño de la organización del proyecto incluye los procesos requeridos para hacer el uso más efectivo de las personas involucradas con el proyecto. Esto incluye a todos los interesados en el proyecto – patrocinadores, clientes, contribuidores individuales, y a otros.

La planeación Organizacional- es identificar, documentar, y asignar roles de proyecto, responsabilidades, y relaciones de reporte. Así mismo es necesario conseguir los recursos humanos necesarios para asignarlos y ponerlos a trabajar en el proyecto.

Cuando el proyecto no obtiene los productos y servicios desde afuera de la organización ejecutora, el proceso desde de la planeación de la solicitud hasta el cierre del contrato no deberá ser ejecutado. Esto ocurre mucho en proyectos de investigación y desarrollo cuando la organización ejecutora es reacia a compartir tecnología del proyecto, y en otros proyectos más pequeños hechos en casa, cuando el costo de encontrar y administrar un recurso externo puede exceder los ahorros potenciales.

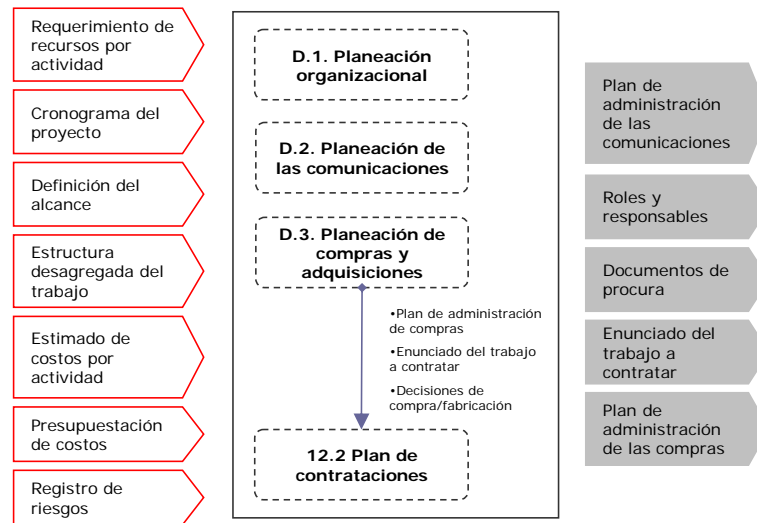


Figura 37. : Proceso de diseño de la organización  
 Fuente: Elaboración propia.

Las tres formas básicas de organización, que han sido usadas para la planeación y ejecución de proyectos son: Puramente funcional, Matricial funcional y proyectizada y puramente proyectizada (esta última es una estructura funcional dedicada solamente al desarrollo de un proyecto). La organización funcional y jerárquica es organizada entorno a las entradas técnicas, tales como ingeniería y mercadeo.

La organización proyectizada es una estructura de propósito único. Estos dos tipos de organización unidimensional existen en un mundo multidimensional y el problema consiste en conseguir el balance adecuado entre los objetivos a largo plazo de los departamentos funcionales y los objetivos a corto plazo de los proyectos (Archibald 1992).

Las tres formas organizacionales principales – funcional, matricial y proyectizada – pueden ser representadas como un rango continuo que va desde la puramente funcional y termina en la proyectizada. La forma matricial cae entre las dos primeras e incluye una variedad de estructuras que van desde la matricial débil que esta cercana a la funcional hasta la matricial fuerte que es la que precede a la proyectizada. La Figura\_25 muestra además el porcentaje de personal que trabaja en su propio departamento funcional y el que trabaja a tiempo completo en el proyecto (Youker 1977).

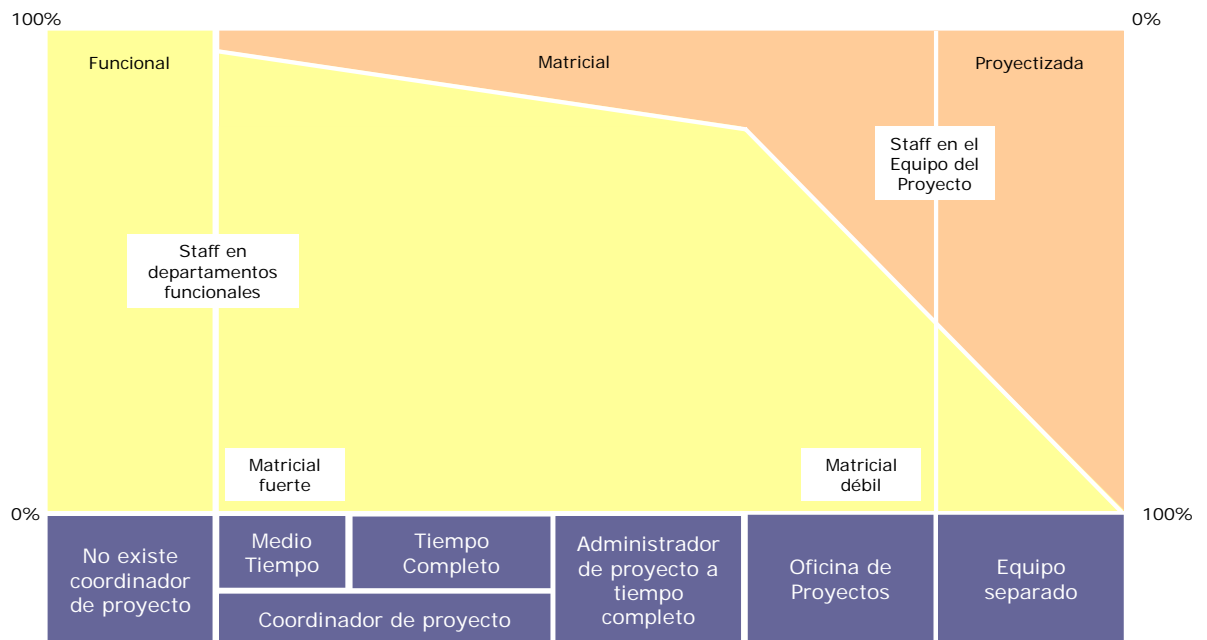


Figura 38. : Estructuras organizacionales para proyectos

Fuente: Robert Youker . 1977 . *Organizational Alternatives for Project Managers - Management Review* 66 (11) 46-53. Pag.: 51

### 3.3.4.1. Planeación y organización

Este dominio del modelo de administración del proyecto cubre las estrategias y tácticas, y esta referido a la identificación en que los procesos del proyecto pueden contribuir de la mejor manera al logro de los objetivos del mismo. Por otro lado la realización de la visión estratégica requiere ser planeada, comunicada y administrada desde diferentes perspectivas.

Planeación y Organización	Recursos					Criterio de información						
	Personal	Sist. de Aplicación	Tecnología	Facilidad disponible	Datos	Efectividad	Eficiencia	Confidenciabilidad	Integridad	Disponibilidad	Conformidad	Confiability
Definición de un plan estratégico para el proyecto	■	■	■	■	■	■	■	□	□	□	□	□
Definición de la dirección del proyecto	□	□	■	■	□	■	■	□	□	□	□	□
Administración de las inversiones del proyecto	■	■	■	■	□	■	■	□	□	□	□	■
Aseguramiento de conformidad con requisitos externos	■	■	□	□	■	■	□	□	□	□	■	■
Evaluación de riesgos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Administración de la calidad	■	■	■	■	□	■	■	□	■	□	□	■

Figura 39. : Dominio de planeación y organización y sus relaciones con recursos y criterios de información.  
 Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

En la Figura\_39 se observan los objetivos de control que se deben tener en cuenta la momento de desarrollar la planeación y organización del proyecto, así mismo se indican las relaciones de cada una de estos objetivos de control con los recursos y criterios de información del proyecto, cada una de dichas consideraciones esta asociada a la satisfacción de un requerimiento del proyecto en general independientemente de los problemas que busque resolver el proyecto (Ver Tabla\_17)

### 3.3.4.2. Planeación de las comunicaciones

Involucra determinar las necesidades de información y comunicaciones de interesados: quien necesita que información, cuando la van a necesitar, y como se les será entregada. Mientras que todos los proyectos comparten la necesidad de comunicar información del proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución pueden variar. La identificación de las necesidades de información de los interesados y la determinación de un medio apropiado de cumplir con esas necesidades es un factor importante para el éxito del proyecto.

### 3.3.4.3. Administración de la procura

Incluye los procesos requeridos para la adquisición de bienes y de servicios de afuera de la organización ejecutora. La planeacion de la procura es determinar que comprar y cuando así mismo es necesario documentar los requerimientos del producto e identificar fuentes potenciales. Se deben obtener cotizaciones, licitaciones, ofertas, u otras propuestas como sea apropiado y escoger de entre los vendedores potenciales.

Planeación y Organización	Entrada	Consideraciones	Requerimiento que satisface
Definición de un plan estratégico para el proyecto	Traducción de los objetivos del proyecto a planes operacionales de corto plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición del soporte para los objetivos del proyecto.</li> <li>Monitoreo del mercado para el producto que se desarrolla</li> <li>Estudios de factibilidad</li> <li>Posición de la empresa respecto al riesgo, tiempo de introducción al mercado, calidad.</li> </ul>	Lograr un equilibrio óptimo de las oportunidades tecnológicas así como asegurar su realización posterior
Definición de la dirección del proyecto	Creación y mantenimiento del plan de ejecución del proyecto, que tenga una orientación realista de la tecnología para identificar que se puede ofrecer en términos de productos y servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de la infraestructura actual.</li> <li>Monitoreo del desarrollo tecnológico a través de fuentes confiables</li> <li>Conducir pruebas de hipótesis</li> <li>Riesgos, restricciones y oportunidades</li> <li>Planes de adquisiciones</li> </ul>	Tomar ventaja de la tecnología emergente para llevara cabo y hacer posible la estrategia del proyecto
Administración de las inversiones del proyecto	Inversiones periódicas y presupuestos operacionales, establecidas y aprobadas por el cliente o patrocinador del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativas de financiamiento</li> <li>Presupuestos claros</li> <li>Control de gastos actuales</li> <li>Justificación de costos y determinación del costo total</li> <li>Evaluaciones de costo beneficio</li> <li>Ciclo de vida del producto del proyecto</li> <li>Alineamiento con la estrategia del proyecto</li> </ul>	Asegurar el financiamiento y controlar el desembolso de recursos financieros
Aseguramiento de la conformidad con los requisitos externos	Identificación y análisis de los requerimientos externos para su impacto en el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratos, regulaciones y leyes.</li> <li>Monitoreo de desarrollos regulatorios y legales.</li> <li>Propiedad intelectual.</li> </ul>	Cumplir de las obligaciones contractuales, legales y regulatorias
Evaluación de riesgos	Identificación de riesgos y análisis de impacto con el fin de tomar medidas para mitigar el riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferentes tipos de riesgos para el producto del proyecto.</li> <li>Perfil de tolerancia al riesgo definido y comunicado.</li> <li>Análisis de causa raíz y sesiones de tormenta de ideas.</li> <li>Plan de acción contra los riesgos identificados.</li> </ul>	Soportar las decisiones administrativas para alcanzar los objetivos del proyecto e identificar factores importantes para la toma de decisiones.
Administración de la calidad	Planificación, implementación y mantenimiento de estándares para la administración de la calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsabilidades para el aseguramiento de la calidad.</li> <li>Benchmarking contra las normas de la industria.</li> </ul>	Cumplir los requerimientos de los clientes o patrocinadores del proyecto

Tabla 17. : Desagregación del dominio de planeación y organización.

Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

#### 3.3.4.4. Planeación de las contrataciones

Es el proceso de identificar que necesidades del proyecto pueden ser mejor cumplidas al procurar productos o servicios de afuera de la organización ejecutora. Cuando el proyecto obtiene productos y servicios de afuera de la organización ejecutora, el proceso desde la planeación de la solicitud hasta el cierre del contrato será ejecutado una para cada

producto o ítem de servicio. El equipo administrativo del proyecto deberá buscar soporte de especialistas en las disciplinas de contratación y compras cuando sea necesario.

### 3.3.5. Planeación del control y riesgo

Todos los procesos requiere monitoreo y control constante a lo largo del tiempo. El dominio de monitoreo del sub modelo de planeacion del proyecto esta orientado a la organización de procesos de control para conseguir el desarrollo adecuado de los procesos del proyecto.

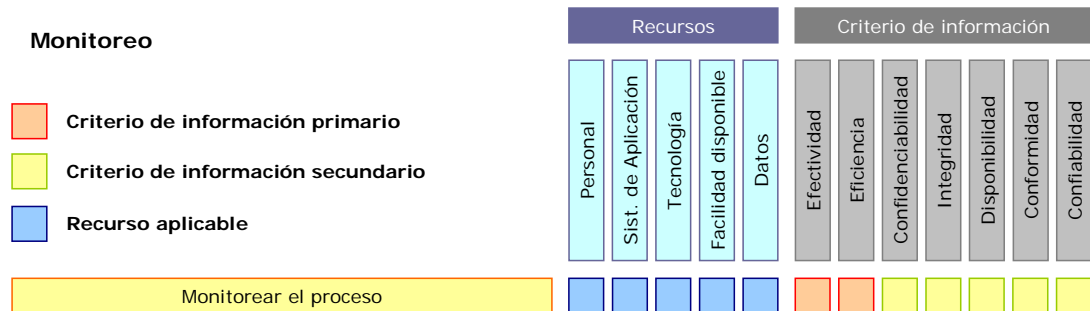


Figura 40. : Dominio de monitoreo y sus relaciones con los recursos y criterios de información.  
 Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

En la Figura\_40 se observan los aspectos de información y recursos que se deben tener en cuenta la momento de desarrollar la planeación de al entrega y soporte del proyecto, así mismo se indican las relaciones de cada una de estos objetivos de control con los recursos y criterios de información del proyecto (Ver Tabla\_18)

Monitoreo	Entrada	Consideraciones	Requerimiento que satisface
Monitorear el proceso	Definición de indicadores relevantes de desempeño, tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scorecards con conductores de desempeño y métricas de salida</li> <li>• Evaluaciones de satisfacción de los clientes</li> <li>• Administración de los reportes</li> <li>• Base de conocimiento del desempeño histórico</li> <li>• Benchmarking externo</li> </ul>	Asegura el alcance de los objetivos de desempeño establecidos para los procesos del proyecto

Tabla 18. : Desagregación del dominio de monitoreo.  
 Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

El manejo del riesgo del proyecto incluye los procesos que se preocupan con identificar, analizar, y responder al riesgo del proyecto. Este incluye maximizar los resultados de eventos positivos y minimizar las consecuencias de eventos adversos. La identificación del riesgo consiste en determinar que riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno. La cuantificación del riesgo implica evaluar el riesgo y las interacciones del riesgo para cuantificar el rango de posibles resultados del proyecto. Todos

los esfuerzos anteriores se centran en el desarrollo de la respuesta al riesgo, es definir los pasos de mejoramiento para las oportunidades y respuestas a amenazas. Estos procesos interactúan entre ellos y con otros procesos en otras grupos de procesos de las estas anteriores o posteriores de la instrumentación del proyecto. Cada proceso ocurre generalmente al menos una vez en cada fase del proyecto.

Las diferentes áreas de aplicación utilizan diferentes nombres para los procesos aquí descritos. Por ejemplo:

- ✓ Identificación del riesgo y cuantificación del riesgo a veces son tratadas como un solo proceso, y el proceso combinado puede ser llamado análisis de riesgo o cuantificación del riesgo.
- ✓ El desarrollo de la respuesta al riesgo es a veces llamado planeación de respuesta o mitigación de riesgo.
- ✓ Desarrollo de la respuesta al riesgo y control de respuesta al riesgo son a veces tratadas como un solo proceso, y el proceso combinado puede ser llamado administración del riesgo.

En esta parte es importante definir la administración de la calidad del proyecto como metodo de control ya que incluye los procesos requeridos para asegurar que la calidad del proyecto va a satisfacer las necesidades para el cual fue acometido. Para ello se identifican que standards de calidad son relevantes al proyecto y se determina como satisfacerlos, reestablece un plan para evaluar el desempeño general del proyecto de manera regular para así proveer la confianza de que el proyecto va a satisfacer los standard de calidad relevantes.

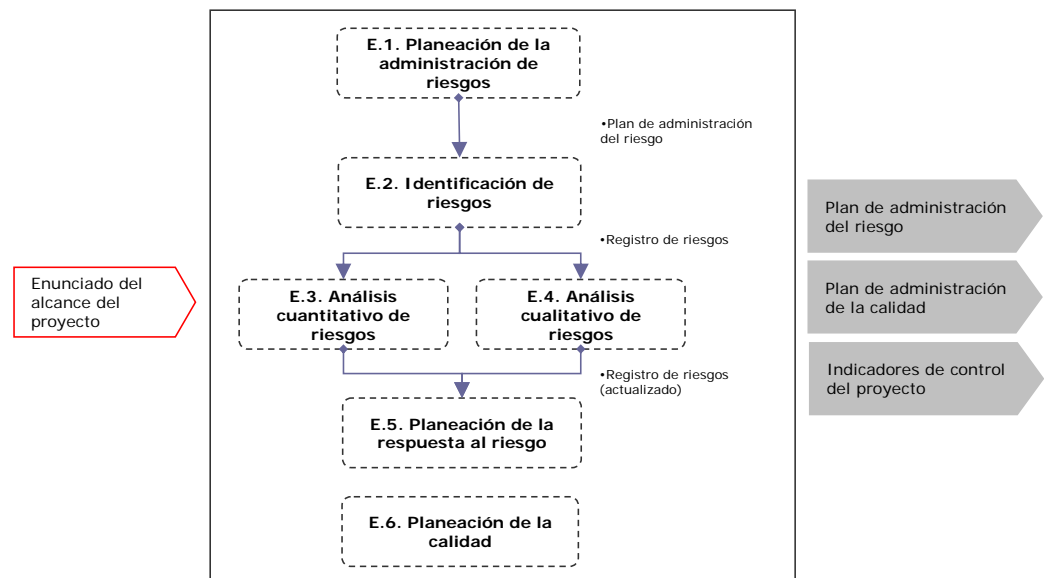


Figura 41. : Proceso de planeación del control y riesgo  
Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.1. Definición de los indicadores de desempeño

Los indicadores de desempeño del proyecto serán los que se definieron en el capítulo anterior y que se reproducen en la Tabla\_19 y Tabla\_20.

Factores críticos de éxito (FCE)	Indicadores clave de objetivos (ICO)	Indicadores clave de desempeño (ICD)
Vision, mision, objetivos y metas claros	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto esta expresado en términos del usuario final del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de aplicaciones y servicios de operación que puede satisfacer el producto del proyecto</li> <li>Numero de objetivos del proyecto completados</li> <li>Numero de hitos alcanzados.</li> </ul>
Adaptabilidad organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>El análisis de causas raiz se desarrolla cada vez que se desarrolla una desviación en la línea de base del proyecto</li> <li>Causa la mínima ruptura en las operaciones del negocio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de resolución de problemas con los objetivos del proyecto</li> <li>Tiempo de resolución del requerimiento de cambio para un entregable</li> <li>Numero de reuniones realizadas para completar el reporte de lecciones aprendidas en el proyecto.</li> </ul>
Provision de sistemas de planeación y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>La organización puede identificar fuentes de variaciones en costos</li> <li>La administración del proyecto, contabilidad y responsabilidades estan vinculadas a los objetivos del proyecto.</li> <li>Esta disponible un sistema para el seguimiento y trazabilidad de los cambios individuales.</li> <li>Cumple los estándares de calidad y seguridad</li> <li>Proporciona mayor rentabilidad al negocio y otros beneficios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desviaciones en el costo del proyecto.</li> <li>Desviaciones en el tiempo estimado del proyecto.</li> <li>Numero de proyectos en el portafolio</li> <li>Número de no conformidades presentadas</li> <li>Resultados del análisis del valor ganado en el desarrollo del proyecto</li> </ul>
Canales de comunicación claros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se proporciona informacon detallada y consistente para las variacones en tiempo y costo.</li> <li>Habilidades y herramientas están disponibles para proveer información util y a tiempo sobre los niveles de servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de entrega de las comunicaciones del proyecto</li> <li>Numero de fallas para proveer reportes de desempeño tal como se acordó</li> <li>Numero de regulaciones gubernamentales y normatividad revisada y sus cambios</li> </ul>
Soporte de los involucrados y directores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumple con los requerimientos o especificaciones técnicas del cliente</li> <li>Satisfacción del cliente o patrocinador del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados del análisis de Kano en tres puntos del desarrollo del proyecto iniciación, planeación y ejecución.</li> </ul>

Tabla 19. : Definición de indicadores clave de desempeño para proyectos de I+D.  
 Fuente: Elaboración propia.



<p><b>Orientación al usuario</b>                      Como los usuarios ven al proyecto</p> <p><b>Mision</b>                      Cumplir los requerimientos de los usuarios e incrementar la satisfacción de los mismos</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de los objetivos del proyecto</li> <li>• Satisfacción del usuario</li> </ul> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de aplicaciones y servicios de operación que puede satisfacer el producto del proyecto</li> <li>• Resultados del análisis de Kano en tres puntos del desarrollo del proyecto iniciación, planeación y ejecución.</li> </ul>	<p><b>Contribución a la organización</b>                      Como la administración ve a los procesos del proyecto</p> <p><b>Mision</b>                      Obtener una contribución razonable de los procesos del proyecto</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de los gastos para la administración del proyecto</li> <li>• Maximizar el efecto en el producto final</li> </ul> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de objetivos del proyecto completados.</li> <li>• Número de hitos alcanzados.</li> <li>• Resultados del análisis del valor ganado en el desarrollo del proyecto.</li> </ul>
<p><b>Excelencia en operación</b>                      Cuan efectivo es el proceso de administración del proyecto</p> <p><b>Mision</b>                      Planear el proyecto para desarrollar una adecuada administración del mismo</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento del proceso de planeación del proyecto para una adecuada administración del mismo</li> <li>• Administración eficiente de los estados de resultados del proyecto</li> <li>• Reporte eficiente de gastos</li> <li>• Reportes de desempeño eficientes</li> <li>• Proceso de implementación eficiente</li> </ul> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de fallas para proveer reportes de desempeño tal como se acordó</li> <li>• Desviaciones en el costo del proyecto.</li> <li>• Desviaciones en el tiempo estimado del proyecto.</li> <li>• Numero de proyectos en el portafolio</li> <li>• Número de no conformidades presentadas</li> <li>• Tiempo de entrega de las comunicaciones del proyecto</li> <li>• Numero de regulaciones gubernamentales y normatividad revisada y sus cambios</li> </ul>	<p><b>Orientación a futuro</b>                      Esta el proyecto posicionado para cumplir las exigencias de futuros requerimientos</p> <p><b>Mision</b>                      Desarrollar oportunidades para responder a futuros requerimientos</p> <p><b>Objetivos</b></p> <p>Formación de experiencia proveniente del desarrollo del proyecto en curso para que sea usada en nuevos desarrollos</p> <p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de reuniones realizadas para completar el reporte de lecciones aprendidas en el proyecto.</li> <li>• Tiempo de resolución de problemas con los objetivos del proyecto</li> <li>• Tiempo de resolución del requerimiento de cambio para un entregable.</li> </ul>

Tabla 20. : Tablero de indicadores genéricos para proyectos de I+D

Fuente: Adaptado de Wim Van Grembergen, Steven De Hades, Isabelle Amelinckx . 2003 . Using COBIT and the balanced scorecard as instruments for service level agreements - Information Systems Control Journal 4 (2003).

### 3.3.5.2. Plan de la calidad

La planeación de la calidad involucra la identificación de los estándares de calidad que son relevantes para el proyecto y se determina como satisfacerlos, este es uno de los proceso clave dentro de la planeación de proyectos y en el desarrollo del plan del proyecto (PMI 2004).

### 3.3.5.3. Plan de administración del riesgo

Los procesos de planeación de administración del riesgo son importantes para asegurar que el nivel, tipo y visibilidad de las acciones de administración del riesgo son equiparables con la importancia del proyecto para la organización, con el fin de proveer suficientes recursos y tiempo para las actividades que se requieran realizar y para establecer una base de acuerdo para evaluar los riesgos. La planeación de la administración del riesgo debe ser evaluada completamente durante la planeación del proyecto, debido a que es crucial para el desarrollo exitoso de los demás procesos del proyecto.

### 3.3.5.4. Plan de respuesta al riesgo

La planeación de respuesta al riesgo es el proceso de desarrollar opciones y determinar acciones para desarrollar oportunidades y determinar las acciones que generen más oportunidades y reduzcan los obstáculos para los objetivos del proyecto. La planeación de respuesta al riesgo organiza los riesgos de acuerdo a su prioridad e inserta recursos y actividades en el presupuesto, cronograma y plan de proyecto. Las respuestas al riesgo planeadas deben ser apropiadas al significado del riesgo, deben ser efectivas en costo y beneficio, adecuadas en tiempo, realistas de acuerdo al contexto del proyecto, de consenso entre las partes involucradas y asignadas a un responsable.

### 3.3.6. Definición del cronograma y línea base de tiempo

La administración de tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar una terminación a tiempo del proyecto y está muy ligado a los procesos de entrega y soporte definidos en el sub modelo de administración del proyecto. La definición de las actividades consiste en identificar las actividades específicas que deberán ser ejecutadas para producir las entregas principales del proyecto.

El secuenciamiento de las actividades consiste en identificar y documentar las dependencias entre actividades, esto se complementa con la estimación de la duración de las actividades que consiste en estimar el número de períodos de trabajo que se requieren para terminar las actividades individuales. Finalmente se desarrolla el cronograma del proyecto que consiste en analizar las secuencias de las actividades, las duraciones de las actividades, y los requerimientos de recursos para crear la programación del proyecto.

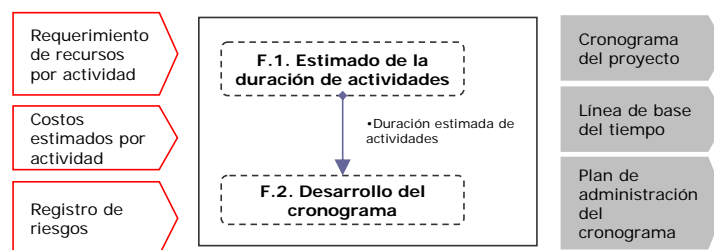


Figura 42. : Proceso de definición del cronograma y línea base de tiempo  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura\_43 se observan los objetivos de control que se deben tener en cuenta la momento de desarrollar la planeación de la entrega y soporte del proyecto, así mismo se indican las relaciones de cada una de estos objetivos de control con los recursos y criterios de información del proyecto (Ver Tabla\_21)

Entrega y Soporte	Recursos				Criterio de información							
	Personal	Sist. de Aplicación	Tecnología	Facilidad disponible	Datos	Efectividad	Eficiencia	Confidenciabilidad	Integridad	Disponibilidad	Conformidad	Confiability
Definir y administrar niveles de servicio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Administrar servicios de terceros	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Identificar y asignar costos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Administrar problemas e incidentes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 43. : Dominio de entrega y soporte y sus relaciones con los recursos y criterios de información.  
 Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

El cronograma de proyecto puede ser presentado de forma resumida (la “programación maestra”) o en forma detallada. Aunque puede ser presentado en forma tabular, suele presentarse generalmente de forma gráfica usando uno o más de los formatos presentados a continuación:

**Diagramas de red de proyecto, mas información de fechas**

Estas gráficas muestran usualmente tanto la lógica del proyecto como las actividades de su ruta crítica.

**Gráficas de barras, que también se conocen como diagramas de Gantt**

Muestran tanto las fechas de comienzo como de terminación de las actividades y sus duraciones esperadas, pero no muestran sus dependencias.

**Gráficas de hitos**

Son similares a las gráficas de barras, pero identifican los comienzos o terminaciones programadas de las principales entregas e interfaces externas claves del proyecto.

**Diagramas de red de proyectos en escalas de tiempo**

Son una mezcla de los diagramas de red del proyecto y de los diagramas de barras de una manera tal que muestran la lógica del proyecto, las duraciones de las actividades, y la información de la programación.

Entrega y Soporte	Entrada	Consideraciones	Requerimiento que satisface
Definir y administrar niveles de servicio	Establecimiento de acuerdos de niveles de servicio que formalizan el criterio de desempeño contra los cuales la calidad y cantidad de los entregables será medido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos formales</li> <li>• Definición de responsabilidades</li> <li>• Volumen y tiempo de respuesta</li> <li>• Criterios de satisfacción del cliente</li> <li>• Análisis costo/beneficio de los acuerdos de niveles de servicio</li> </ul>	Establecer un entendimiento común de los acuerdos de niveles de servicio requeridos
Administrar servicios de terceros	Desarrollo de medidas de control a partir de los procedimientos y acuerdos actuales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de Servicio de terceros</li> <li>• Administración de contratos</li> <li>• Requerimientos legales y regulatorios</li> <li>• Penalidades e incentivos por desempeño</li> <li>• Análisis de variación de costos y niveles de servicio</li> </ul>	Asegurar que los roles y responsabilidades de terceros están claramente definidos y satisfacen los requerimientos del negocio.
Identificar y asignar costos	Sistema de contabilidad de costos que asegura el control de los costos correspondientes a una oferta apropiada de servicios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos identificables y mensurables</li> </ul>	Asegurar un correcto conocimiento de los costos atribuibles a el proyecto
Administrar problemas e incidentes	Sistema de administración de problemas que almacena todos los incidentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución a tiempo de problemas reportados</li> <li>• Procedimientos de escalabilidad</li> <li>• Reportes de incidencias</li> <li>• Accesibilidad de configuración de la información</li> <li>• Responsabilidades de los proveedores</li> </ul>	Asegurar que los problemas e incidentes se resuelvan e identificar la causa raíz para que no vuelvan a ocurrir.

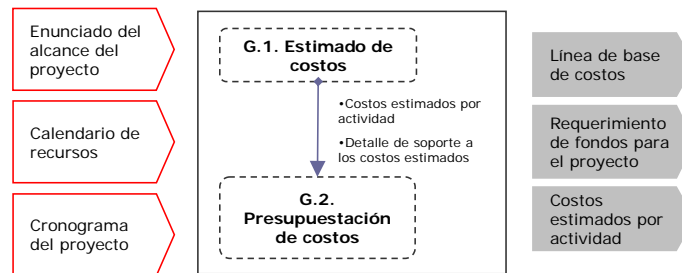
Tabla 21. : Desagregación del dominio de entrega y soporte

Fuente: Adaptado de COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute. 2000. COBIT Control Objectives. Chicago. Illinois. ISACA Bookstore.

### 3.3.7. Presupuesto y línea de base de costos

La definición del presupuesto del proyecto y la línea de base de costos incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto se completará dentro del presupuesto aprobado. La estimación de costos consiste en desarrollar una aproximación (estimado) de los costos de los recursos que se necesitan para completar las actividades del proyecto. Posteriormente se realiza la presupuestaron de costos, a través de la cual se va a asignar el presupuesto general de costos a cada ítem individual de trabajo.

La definición de los costos del proyecto se preocupa principalmente con los costos de los recursos que se necesitan para completar las actividades del proyecto. Sin embargo, la administración de costos del proyecto deberá considerar además el efecto de decisiones del costo del uso del producto del proyecto. Por ejemplo, limitar el número de revisiones al diseño puede reducir el costo del proyecto a cambio de un aumento en el costo operativo del cliente. Esta visión más amplia de la administración de costos del proyecto, se denomina muchas veces como costeo del ciclo de vida.



*Figura 44. : Proceso de definición del presupuesto y línea de base de costos  
Fuente: Elaboración propia.*

Esta parte lo conforman un grupo de Códigos de Recurso y Centros de Costo, que se usa para facilitar la selección, ordenamiento, sumarización y cuestionamiento de los recursos e información de costos. Esta estructura también se denomina RBS (Resource Breakdown Structure) o CBS / BBS (Cost/Budget Breakdown Structure).

### 3.3.8. Integración del plan del proyecto

El desarrollo del plan del proyecto usa las salidas de otros procesos de planeación para crear un documento único consistente y coherente que puede ser usado para guiar tanto la ejecución del proyecto como el control de este. Estos procesos casi siempre se iteran varias veces. Por ejemplo, el borrador inicial puede incluir recursos genéricos y duraciones sin fecha mientras que el plan final refleja recursos específicos y fechas explícitas.

El plan del proyecto es un documento formal, aprobado, usado para administrar y controlar la ejecución del proyecto. Debe ser distribuido como se define en el plan de comunicaciones del proyecto (por ejemplo: la administración de la organización ejecutora puede requerir una cobertura amplia con poco detalle, mientras que un contratista puede requerir detalles completos de un solo tema). En algunas áreas de aplicación, el término plan de proyecto integrado se usa para referirse a este documento.

Se debe hacer una distinción clara entre el plan del proyecto y la línea de base para la medición de la ejecución del proyecto. El plan del proyecto es un documento o colección de documentos que se espera que cambie varias veces sobre el tiempo a medida que más información se hace disponible sobre el proyecto. La línea de base para la medición de la ejecución representa un control administrativo que generalmente solo cambia intermitentemente y generalmente solo en respuesta a un cambio aprobado del alcance del proyecto.

La integración del plan del proyecto consiste en agrupar coherentemente los siete puntos revisados anteriormente. En la Figura\_45 se muestra un esquema sugerido de la secuencia que se debe seguir para el desarrollo de un plan de proyectos con base en el modelo planteado en este trabajo.

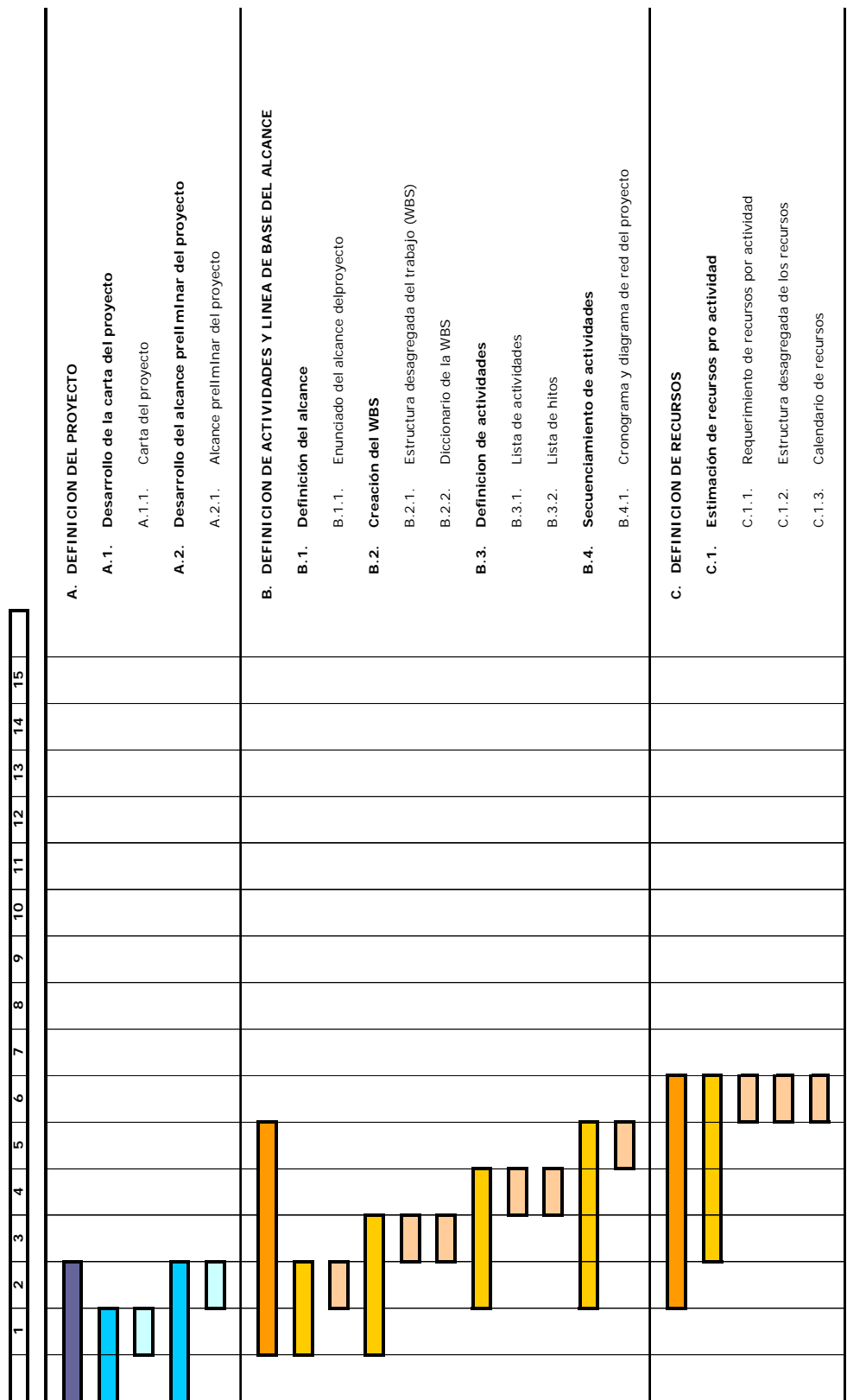
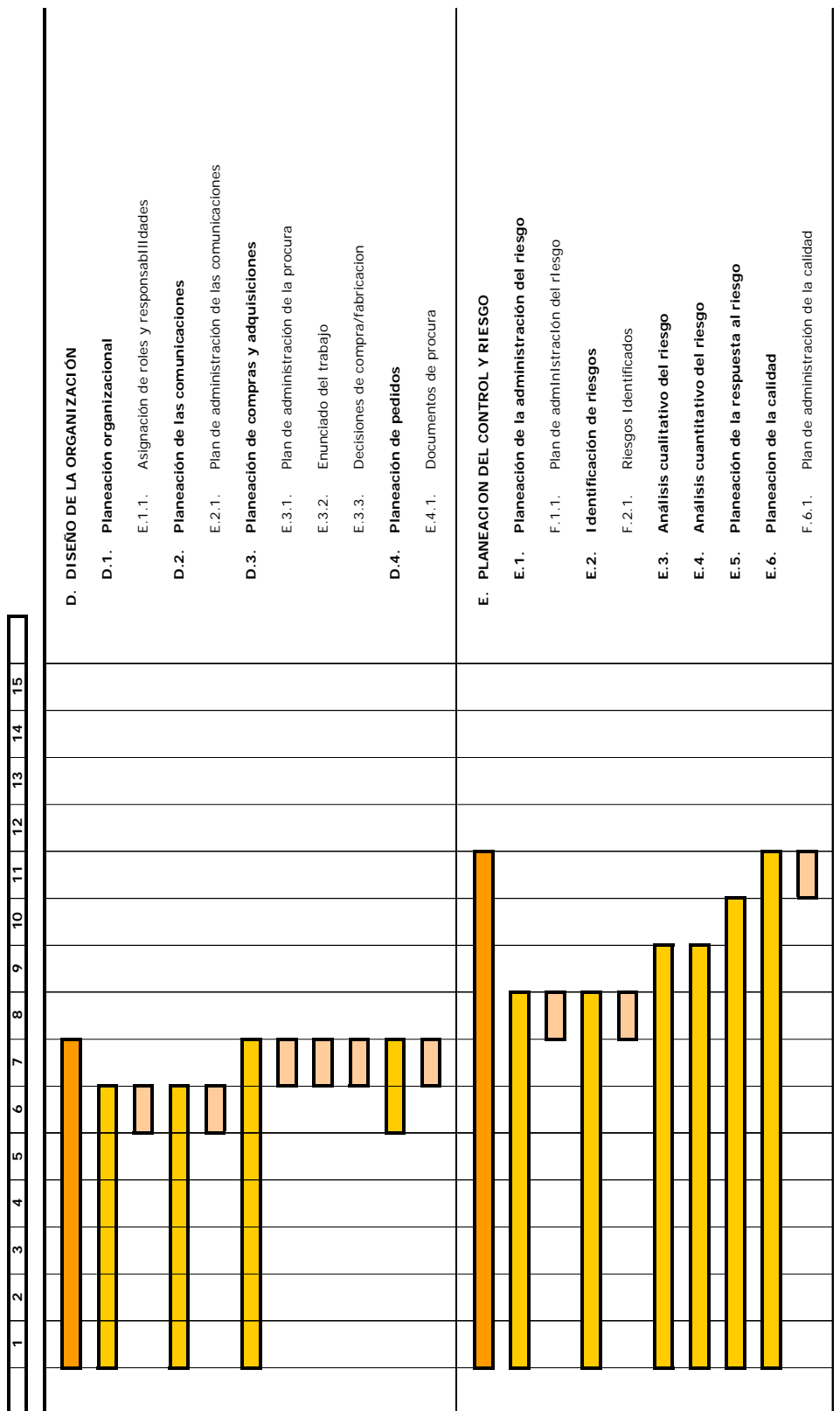
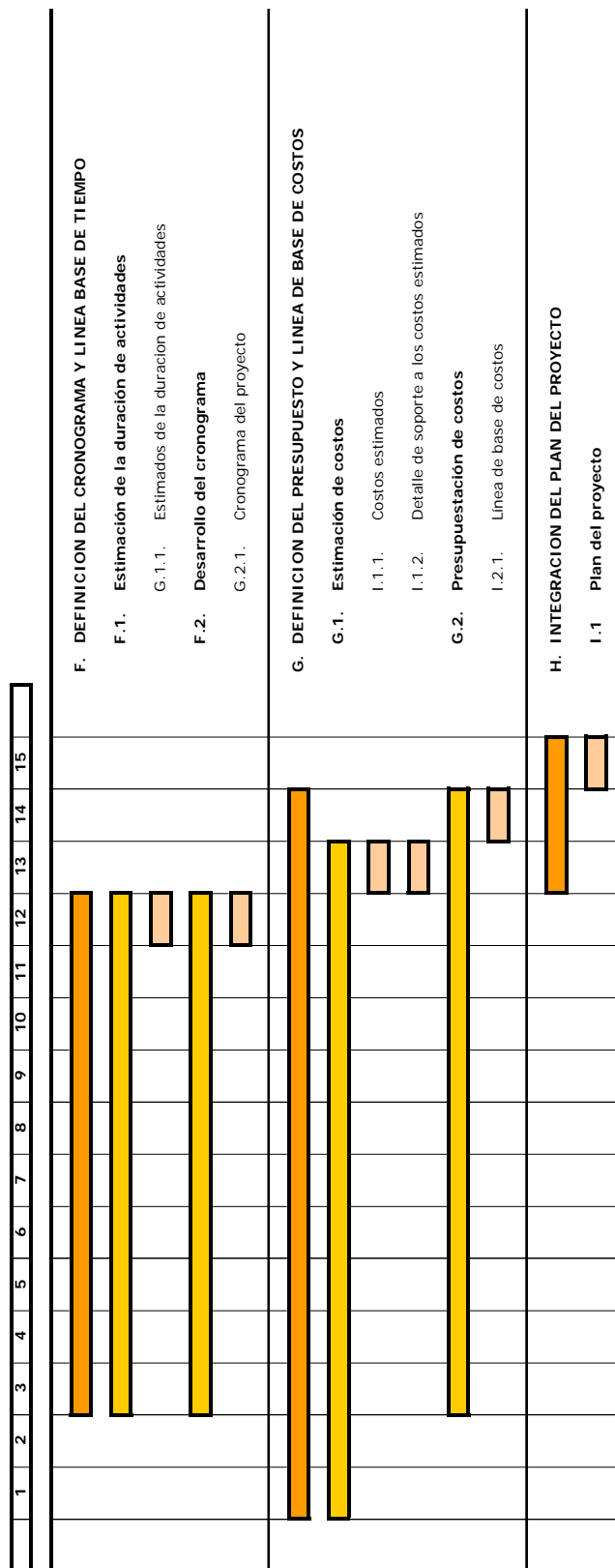


Figura 45. : Detalle de los quince pasos para la instrumentación de un proyecto.  
 Fuente: Elaboración propia.



(Continuación). : Detalle de los quince pasos para la instrumentación de un proyecto.  
 Fuente: Elaboración propia.



(Continuación). : Detalle de los quince pasos para la instrumentación de un proyecto.  
 Fuente: Elaboración propia.



El plan del proyecto debe incluir además un detalle de soporte que debe incluir:

- ✓ Salidas de otros procesos de planeación que no están incluidos en el plan del proyecto.
- ✓ Información adicional o documentación generada durante el desarrollo del plan del proyecto (por ejemplo: restricciones y suposiciones que no eran previamente conocidas).
- ✓ Documentación técnica tal como requerimientos, especificaciones, y diseños.
- ✓ Documentación de standards relevantes.

Este material debe ser organizado de tal manera que se facilite su uso durante la ejecución del plan del proyecto.

### **3.4. Conclusiones**

El modelo que se plantea a través de su sistema de administración y las métricas definidas permite enfocar al equipo en el objetivo del proyecto y crear compromiso y consenso con las metas del proyecto. El resultado es que el progreso del proyecto puede ser monitoreado efectivamente, con lo cual se lleva un control del logro de las metas tecnológicas.

El modelo, a través de la creación de la carta del proyecto y el enunciado del alcance del proyecto permite crear en todo el personal la conciencia de que sus esfuerzos son necesarios y complementarios entre sí, y de que éste compartirá los beneficios que la organización reciba.

Las métricas definidas en los objetivos de control del modelo permiten generar una mejor interfase con el cliente o patrocinador del proyecto a través de lo cual es posible conseguir mas interés y apoyo, siempre que se este monitoreando la reacción del cliente o patrocinador ante los avances del proyecto

El modelo de instrumentación del proyecto considera dos líneas de base importantes, la línea de base de costos y de tiempo los cuales son indicadores importantes del resultado de un proyecto. De esta manera se hace frente a la característica especial de los proyectos de I+D que es la del cambio en la posición de rentabilidad debido a el cambio de una posición favorable a una crítica debido al tiempo, tal como lo indica McKinsey and Company, quienes sostienen que, bajo ciertas circunstancias específicas, la introducción de un producto dentro del presupuesto pero retrasado 6 meses, puede provocar pérdidas sobre los beneficios esperados, del orden del 17% al 25% en un periodo de cinco años.; sin embargo, la introducción del mismo producto con un incremento en el presupuesto del 50%, pero a tiempo, solo reduce los beneficios esperados en un 5% (Nijssen, Arbouw et al. 1995).

El modelo plante un estudio del estado del arte y del estado normativo del área en la cual se desarrolla el proyecto, con esto se puede realizar un seguimiento cuidadoso de la legislación que pudiera afectar al producto propuesto. Si se presenta una regulación que afecta la distribución o venta del nuevo producto, los ejecutores pueden considerar la alternativa de terminar o posponer el proyecto de ID.

El modelo de formulación de objetivos asegura que las metas de la organización que emprende el esfuerzo de investigación y desarrollo estén alineadas con el proyecto y es posible identificar si se presentan cambios en los resultados de un Proyecto de I+D y se desvían de la estrategia de la compañía con el fin de introducir acciones correctivas para no perder el apoyo de los patrocinadores del proyecto.

## Capítulo 4: Caso de Aplicación: Plan del Proyecto Hidrobus México<sup>14</sup>.

### 4.1. Introducción

La necesidad de contar con un proceso estratégico que permita ordenar los procesos es imperativa debido a la complejidad de la estructura, operaciones, recursos asignados, etc., Estas circunstancias hacen imprescindible el uso de instrumentos que apoyen la atención del quehacer cotidiano, ya que en ellos se consignan, en forma ordenada los elementos fundamentales, para contar con una dirección, comunicación, coordinación y evaluación administrativas eficientes.

En este caso, los participantes en el proyecto ya contaban con una definición previa del mismo, por lo que el modelo se aplicó parcialmente de acuerdo al siguiente esquema:



Figura 46. : Procesos del modelo que se emplearon para el caso del Proyecto Hidrobús Mexico  
Fuente: Elaboración propia.

Para la formulación del plan del proyecto Hidrobús Mexico se usaron técnicas de planeación participativa; estas técnicas permiten a través de la discusión, retroalimentación y consenso alcanzar el objetivo, el cuál es elaborar la visión, misión, objetivos y funciones del proyecto.

Al inicio de la dinámica se les planteó el siguiente esquema (Figura\_47) con el objeto que ubicaran dentro de todo el proceso la ubicación de cada uno de los temas a desarrollar:

<sup>14</sup> Este reporte corresponde al que se presentó a los directores del proyecto Hidrobús México en noviembre del 2006. En este reporte se detallan las primeras etapas de la aplicación del modelo planteado ya que los directores del proyecto en cuestión solicitaron la estructuración del plan del proyecto en un nivel directivo tomando bajo su responsabilidad la definición de la parte técnica y operativa del modelo.

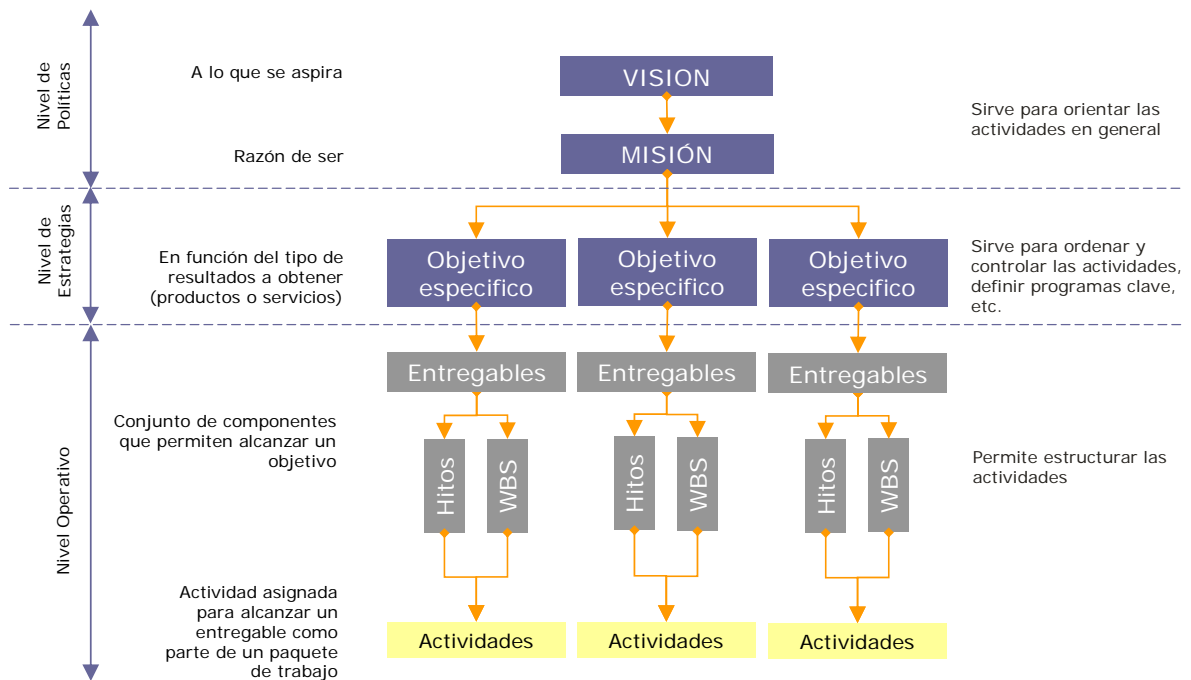


Figura 47. : Desagregación de la visión y misión de un proyecto  
 Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Definición del proyecto

### 4.2.1. Visión del proyecto

La reunión se llevó a cabo en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 11 de agosto del 2006, y se presentó lo siguiente:

Visión, es la imagen de cómo se desea que sea vista el proyecto Hidrobús México en el futuro por sus integrantes, lo cuál determina la dirección a seguir.

Se debe tener cuidado de no caer en el terreno de la fantasía y el autoengaño, cuando se formula una visión.

#### 4.2.1.1. Identificación de la idea a futuro que motiva el desarrollo del proyecto hidrobús méxico

Visualizar mentalmente cuál es la principal motivación organizacional a futuro, que permita unir el esfuerzo y compromiso de todos los integrantes.

La idea a futuro que motiva el desarrollo del Proyecto Hidrobús México es:

- ✓ Ser la organización que desarrolle e integre tecnología, así como la infraestructura necesaria, para construir una unidad de transporte de pasajeros a base de

hidrógeno, capaz de operar en el transporte foráneo, adecuado a las necesidades de México.

- ✓ Crear una infraestructura para el manejo de sistemas a hidrógeno a nivel industrial y dar seguimiento a la investigación y desarrollo de esta tecnología.
- ✓ Cumplir con las expectativas de desarrollar proyectos que apuntalen “la economía del hidrógeno” y que México no se quede atrás.

#### 4.2.1.2. Horizonte de tiempo en que se alcanzará la idea a futuro

En forma participativa se establece el horizonte de tiempo en el cuál se logrará alcanzar la idea a futuro. Finalmente se afina y redacta, con pocas palabras y conceptos clave, un párrafo que integre las ideas surgidas.

En una segunda reunión realizada en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 16 de agosto del 2006, se procedió a realizar correcciones y ajustes para obtener la siguiente visión, como resultado final.

#### **LA VISIÓN DE PROYECTO HIDROBÚS MÉXICO ES:**

**EN EL 2008, SEA LA ORGANIZACIÓN QUE DESARROLLE TECNOLOGÍA DE INTEGRACIÓN, Y LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA, QUE PERMITA CONSTRUIR, OPERAR Y ABASTECER UNA UNIDAD DE TRANSPORTE FORÁNEO DE PASAJEROS A BASE DE HIDRÓGENO, ADECUADO A LAS NECESIDADES DE MÉXICO.**

#### 4.2.2. La misión del proyecto

La reunión se llevó a cabo en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 11 de agosto del 2006, y se presentó lo siguiente:

Misión, es una declaración de la razón de ser que distingue a una organización de otras similares; es esencial para formular objetivos y establecer estrategias. Se debe tener cuidado de no caer en el terreno de la fantasía y el autoengaño, cuando se formula una misión.

##### 4.2.2.1. Identificación de las principales actividades que realiza el proyecto hidrobús México

Se identificó qué es lo que hace el Proyecto Hidrobús México (sólo lo más importante).

Actividades que realiza el Proyecto Hidrobús México:

- ✓ Analizar y evaluar las posibles tecnologías aplicables al Proyecto Hidrobús México, seleccionando las convenientes de acuerdo a los participantes y sus necesidades.
- ✓ Planear las actividades necesarias para integrar El Proyecto Hidrobús México que contemplan su plan de desarrollo.

- ✓ Coordinar los esfuerzos y recursos humanos y materiales para el desarrollo, integración y construcción del Proyecto Hidrobús México.
- ✓ Integrar y determinar la mejor alternativa de desarrollo tecnológico para su aplicación en el transporte foráneo de pasajeros.
- ✓ Impulsar la apertura al uso del hidrógeno con combustible aplicado a transporte.
- ✓ Estructurar las bases y procesos para el desarrollo de un autobús a hidrógeno.
- ✓ Aprovechar los conocimientos y experiencias de organismos y personas en el desarrollo del proyecto H2, Proyecto Hidrobús México, para mejorar las condiciones ambientales y económicas de México.
- ✓ Crear nuevos nichos de negocio y mercados, resolviendo de paso problemas nacionales al desarrollo nuevas empresas de tipo privado
- ✓ Gestionar recursos humanos.
- ✓ Dirigir, coordinar, conciliar y dar seguimiento a acuerdos.

#### 4.2.2.2. Definición de lo que destaca en el proyecto hidrobús México

Se definió las características que lo destacan y resaltan (Figura\_48).

Categorías	Descripción
Conducción Administrativa	Coordinación colegiada
Integrantes (Personal)	Multinstitucional: (público, privado y académico).
Conocimientos y/o Experiencia	Académica, operacional, de gestión.
Infraestructura y Equipo	Infraestructura y equipo de investigación, desarrollo tecnológico y operativo.
Forma de Trabajo	Interdisciplinario
Servicios de Apoyo y/o Seguimiento	Servicio de seguimiento y apoyo a la operación

Tabla 22. : Características que destacan al proyecto Hidrobús Mexico  
 Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2.3. Descripción de las categorías relevantes

##### **Conducción Administrativa**

Actividades relacionadas con la planeación, finanzas, contabilidad, asuntos legales gubernamentales y administración de calidad.

##### **Integrantes (Personal)**

Actividades relacionadas con la contratación, entrenamiento, desarrollo y compensaciones del personal.

##### **Conocimientos y/o Experiencia**

Actividades relacionadas con los conocimientos (know how), procedimientos, o la tecnología dentro del proceso de trabajo.

##### **Infraestructura y Equipo**

Actividades relacionadas con la adquisición y mantenimiento de los equipos e infraestructura, incluye materias primas, provisiones y otros artículos de consumo, así como activos de maquinaria, equipo de oficina y edificios.

##### **Forma de Trabajo**

Actividades relacionadas al proceso de trabajo dentro de una organización, así como clima laboral, círculos de poder, tiempo de entrega de productos, etc.

##### **Servicios de Apoyo y/o Seguimiento**

Actividades relacionadas con la prestación de servicios para mantener los productos del proceso de trabajo como la instalación, reparación, entrenamiento, refacciones y ajuste del producto; y el seguimiento que se hace de los productos del proceso de trabajo.

La misión es redactada usualmente con verbos que no tienen nada que ver con lo que se quiere hacer, sino con lo que se hace actualmente.

En una segunda reunión realizada en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 16 de agosto del 2006, se procedió a realizar correcciones y ajustes para obtener la siguiente misión, como resultado final.

#### **LA MISIÓN DEL PROYECTO HIDROBÚS MÉXICO ES:**

**IMPULSAR EL USO DEL HIDRÓGENO MEDIANTE EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE INTEGRACIÓN DEL HIDROBÚS MÉXICO EN EL TRANSPORTE FORÁNEO DE PASAJEROS, CON PERSONAL MULTINSTITUCIONAL Y TRABAJO INTERDISCIPLINARIO, QUE CUENTA, ADEMÁS, CON INFRAESTRUCTURA, EQUIPO DE INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIA OPERATIVA.**

#### 4.2.3. Los objetivos del proyecto

La reunión se llevó a cabo en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 30 de agosto del 2006, y se presentó lo siguiente:

Un objetivo de la organización del proyecto es una situación deseada que la organización intenta lograr; y así cumplir con su razón de ser. Es así que los objetivos son derivados de la misión del Proyecto Hidrobús México.

**LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO HIDROBÚS MÉXICO SON:**

- A. DETERMINAR LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL PROYECTO HIDROBÚS-MÉXICO.**
- B. INTEGRAR A ORGANIZACIONES QUE COADYUVEN AL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE INTEGRACIÓN DEL PROYECTO HIDROBÚS-MÉXICO.**
- C. IMPLEMENTAR EL PROYECTO HIDROBÚS MÉXICO MEDIANTE EL DESARROLLO TECNOLOGÍA DE INTEGRACIÓN.**
- D. INCORPORAR EL PROYECTO HIDROBÚS MÉXICO AL SISTEMA DE TRANSPORTE FORÁNEO DE PASAJEROS.**
- E. PROMOVER EL PROYECTO HIDROBÚS - MÉXICO.**

4.2.4. Las funciones del proyecto

La reunión se llevó a cabo en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 06 de septiembre del 2006, y se presentó lo siguiente:

El conjunto de actividades afines y relacionadas entre sí, necesarias para lograr los objetivos establecidos y cuya ejecución es responsabilidad de las áreas adscritas en la estructura orgánica.

Los verbos que se utilizan con mayor frecuencia para indicar las funciones que desarrollan las unidades administrativas, órganos y puestos de acuerdo con su nivel jerárquico son:

Estos verbos pueden ser combinados, de acuerdo a la naturaleza del órgano y el proceso establecido de la función: "Organizar, evaluar y controlar" "Organizar y dirigir" "Integrar y supervisar" "Dirigir y coordinar"

Las funciones fueron realizadas con base en los objetivos, es decir funciones respecto a cada uno de los objetivos:

**Objetivo A. Determinar las alternativas tecnológicas para el proyecto Hidrobús - México.**

Las funciones respecto a este objetivo son:

- ✓ Realizar estudios del desarrollo tecnológico de la infraestructura de unidades de transporte foráneo para soportar las alternativas tecnológicas del proyecto Hidrobús - México.



- ✓ Investigar y analizar las alternativas tecnológicas para el proyecto Hidrobús - México (suministro del hidrógeno, estaciones de llenado, construcción del vehículo y operación), así como la cuantificación de recursos necesarios para su implementación.

**Objetivo B. Integrar a organizaciones que coadyuven al desarrollo de tecnología de integración del proyecto Hidrobús - México.**

Las funciones respecto a este objetivo son:

- ✓ Integrar personal e instituciones nacionales e internacionales para conseguir apoyo económico y de investigación, así para que ellas mismas abran nuevos horizontes con base en sus objetivos propios dentro de lo que es el proyecto Hidrobús – México.
- ✓ Planear y establecer los mecanismos técnico administrativos con organizaciones de transporte de pasajeros para la incorporación de organismos de transportes con combustibles no contaminantes.

**Objetivo C. Implementar el proyecto Hidrobús - México mediante el desarrollo de tecnología de integración**

Las funciones respecto a este objetivo son:

- ✓ Coordinar y supervisar los recursos humanos, materiales y financieros para la construcción, operación y abastecimiento de un vehículo de transporte de pasajeros interurbano de combustible de hidrógeno.
- ✓ Apoyar a las coordinaciones de la estructura organizacional del proyecto Hidrobús - México, en la planeación, programación y presupuestación de sus proyectos y líneas de acción para fortalecer sus funciones asignadas.

**Objetivo D. Incorporar el proyecto Hidrobús - México al sistema de transporte foráneo de pasajeros**

Las funciones respecto a este objetivo son:

- ✓ Apoyar a las coordinaciones de la estructura organizacional del programa Hidrobús - México, en la planeación, programación y presupuestación de sus proyectos y líneas de acción para fortalecer sus funciones asignadas.
- ✓ Obtener la autorización para operar el vehículo y determinar la propiedad y el uso de los derechos.

**Objetivo E. Promover el proyecto Hidrobús - México**

Las funciones respecto a este objetivo son:

- ✓ Dirigir la promoción del proyecto del Hidrobús - México mediante, visitas a empresas proveedoras, operadoras de equipos, sistemas, organismos de transporte, y organizaciones publicas, privadas, para la obtención de recursos y difusión de proyecto.

#### 4.2.5. Carta del Proyecto

##### 4.2.5.1. Planteamiento del problema

###### a. Problemática

En las grandes ciudades del país se presentan elevados índices de contaminación atmosférica, que contribuyen a su vez a la contaminación global y perjudican la salud de la población. Sus principales causas son: acelerado crecimiento industrial; concentración de la población; incremento del parque vehicular; y el alto consumo de combustibles fósiles. El Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Toluca y Juárez, entre otras, son claros ejemplos.

El transporte (fuentes móviles) es uno de los principales contaminadores en las zonas urbanas junto con la industria (fuentes puntuales). En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), las fuentes móviles contribuyen principalmente con los siguientes contaminantes del aire: 84% de óxidos de nitrógeno (NOx), 99% de monóxido de carbono (CO), y 52% de óxidos de azufre (SO2) y partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5),

Los combustibles fosiles requieren de una alternativa que los pueda reemplazar sin afectar la movilidad de la población es por ello que se plantea el desarrollo de un autobús que permita mantener los estandares de movilidad pública y sea una alternativa de solución al problema de la conaminacion.

###### b. Delimitación de la investigación

Los miembros de la Red nacional del Hidrógeno por común acuerdo identificaron los siguientes aspectos clave sobre los que se deberá orientar la investigación para el desarrollo del proyecto:

- ✓ Producción
- ✓ Distribución
- ✓ Almacenamiento
- ✓ Conversión
- ✓ Aplicación de la tecnología

###### c. Justificación

Es necesario establecer un marco de referencia para coordinar esfuerzos con el fin de explorar la posibilidad de un Plan Nacional de Hidrógeno ya que se tiene la necesidad de anticiparse al avance vertiginoso de la tecnología del Hidrógeno para estar listos y

aplicar la economía del hidrógeno con el fin de sustituir al petróleo como principal energético y mitigar los problemas ambientales

d. Limitaciones

El 25 de Enero del 2005 se reunieron los miembros de la Red Nacional del Hidrógeno y definieron los siguientes factores limitantes para el desarrollo del proyecto.

- ✓ Falta de recursos
- ✓ Altos costos de tecnología
- ✓ Altos costos de inversión para cambiar instalaciones
- ✓ No hay definición gubernamental
- ✓ México es un país petrolero
- ✓ Falta coordinación de los actores
- ✓ No hay un marco legal claro
- ✓ Poco interés del sector privado
- ✓ Actitudes negativas de las cámaras de diputados y senadores y de los oferentes de energéticos nacionales
- ✓ No se usan los recursos internacionales para desarrollar la tecnología
- ✓ Miedo al cambio
- ✓ Falta de dinero en investigación y desarrollo para cada una de las etapas del hidrógeno
- ✓ Falta de política energética a largo plazo
- ✓ Ignorancia del público y autoridades
- ✓ Falta apoyo del gobierno
- ✓ Desconocimiento real del potencial y alcance del hidrógeno
- ✓ Falta visión. Esperar cuesta, empezar tarde cuesta más

4.2.5.2. Investigación del estado del arte

**Demostraciones de autobuses de combustible<sup>15</sup> en Europa.**

Se han invertido dos millones de euros con el fin de demostrar que la tecnología del hidrogeno es viable comercialmente. Para lo cual se han desarrollado las siguientes actividades y planes:

Se debe contar con un suministro de hidrogeno basado en recursos renovables para el 2050.

Se están desarrollando 70 proyectos de Investigación y Desarrollo

En la actualidad esta en operación el proyecto Clean Urban Transport for Europe (CUTE)

27 autobuses que funcionan con hidrogeno están en funcionamiento en 9 ciudades.

---

<sup>15</sup> Información extraída de The National Hydrogen Association – Es una organización fundada en 1989 por un grupo de industriales, universidades, investigadores y un pequeños industriales. La NHA trabaja como un catalizador para el intercambio de la información entre la industria, el gobierno y las organizaciones académicas.

Se está desarrollando una infraestructura basada en el hidrógeno.

#### **Demostraciones de buses de combustible<sup>15</sup> en Islandia.**

Se ha desarrollado la primera estación de abastecimiento de hidrógeno en la capital de Reykjavik

Está en operación el proyecto ECTOS (Ecological City Transport System)

Se está operando una pequeña flota de autobuses que funcionan con hidrógeno obtenido a partir del agua.

#### **Demostraciones de buses de combustible<sup>15</sup> en Japón.**

Se están desarrollando investigaciones orientadas a la tecnología del hidrógeno desde 1980.

En 1992 se creó la Clean Energy Network usando la tecnología de conversión a hidrógeno

El objetivo es facilitar la comercialización del combustible.

Se cuenta con un programa de 10 años, durante los cuales se desarrollarán proyectos de Investigación y Desarrollo en tecnologías basadas en el hidrógeno.

Se ha desarrollado un sistema de almacenamiento y abastecimiento de hidrógeno líquido en Ariake, Japón.

#### **Mejoras logradas en los últimos años**

- ✓ Reducción del tamaño del bloque de celdas de combustible.
- ✓ Aumento de la capacidad de almacenamiento de las celdas de combustible.
- ✓ Reducción del peso total de la celda de combustible y el sistema eléctrico de propulsión.
- ✓ Desarrollo de tecnología para la conversión de vehículos para que funcionen con hidrógeno.
- ✓ Desarrollo de motores eléctricos y sistemas de control más resistentes.
- ✓ Se ha demostrado que los sistemas eléctricos de propulsión son seguros para los vehículos del tránsito y puede utilizarse en ambientes extremos (altas o bajas temperaturas y humedad).

#### 4.2.5.3. Análisis histórico

### **Demostraciones de autobuses de combustible<sup>16</sup> en Estados Unidos y Canadá.**

1994 – 1995

FTA/Georgetown: Tres autobuses de celdas de combustible de 30 pies que operan con metanol que usan celdas de combustible de ácido fosfórico de 100 kW (PAFC<sup>17</sup>). Las celdas fueron desarrolladas por Fuji.

1998

FTA/Georgetown: Un autobús de celdas de combustible que operan con metanol y usan una celda de combustible de 100 kW PAFC desarrollada por UTC<sup>18</sup>.

1998 – 2000

Ballard<sup>19</sup> Fase III, programa de pruebas con seis celdas de combustible, autobuses de 40 pies de largo usando celdas de combustible de 275 hp PEM<sup>20</sup> desarrolladas por Ballard, las cuales usan hidrógeno comprimido; tres de estos autobuses se operaron en Chicago y tres en Coast Mountain (Vancouver).

2000 - 2001

Ballard Fase IV, programa de pruebas con seis celdas de combustible, autobuses de 40 pies de largo usando celdas de combustible de 200 kW PEM desarrolladas por Ballard, las cuales fueron probadas en SunLine, el autobús actualmente reside en SunLine.

2001

FTA/Georgetown: Un autobús de celdas de combustible que operan con metanol y usan una celda de combustible de 100 kW PEM desarrollada por Ballard.

2002 – 2003

---

<sup>16</sup> Información extraída del Hydrogen, Fuel Cells & Infrastructure Technologies Program – U.S. Department of Energy / Energy Efficiency and Renewable Energy.

<sup>17</sup> PAFC Phosphoric Acid Fuel Cell – Celda de Combustible de Acido Fosforico. Estas pilas utilizan ácido fosfórico líquido como electrolito y electrodos de carbono poroso que contienen un catalizador de platino. La pila de combustible de ácido fosfórico (PAFC) es considerada como la primera generación de pilas de combustible modernas. Es uno de los tipos de pilas de combustible más desarrollados y el más usado en la actualidad (existen mas de 200 unidades en uso actualmente). Este tipo de pila se usa normalmente en la generación de energía estacionaria, pero también se ha usado en vehículos pesados, como los autobuses urbanos.

<sup>18</sup> UTC Fuel Cells, es una empresa dedicada al desarrollo y producción de celdas de combustible para aplicaciones comerciales, de transporte, residencial y espacial.

<sup>19</sup> Ballard Power Systems es reconocida como el lider mundial en diseño, desarrollo y manufactura de celdas de combustible del tipo PEM.

<sup>20</sup> PEM Polymer Electrolyte Membrana – Membrana de Polímetro Electrolítico. Las pilas de membrana polimérica (PEM), también llamadas pilas de combustible de membrana de intercambio de protones, proporcionan una densidad energética elevada y tienen la ventaja de ser ligeras y tener un tamaño pequeño, si se las compara con otras pilas. Las pilas PEM usan como electrolito un polímero sólido y electrodos porosos de carbono que contienen un catalizador de platino. Necesitan hidrógeno y oxígeno y agua, y no requieren el uso de fluidos corrosivos como otras pilas de combustible. Normalmente usan hidrógeno puro como combustible almacenado en depósitos o convertidores incorporados

Thunder Power, autobús con celda de combustible de 30 pies operando con hidrogeno comprimido usando una celda de 60 kW PEM desarrollada por UTC Fuel Cells en SunLine (Chula Vista Transit).

2003 – 2005

Proyecto demostrativo en Europa, Islandia y Australia, el cual incluye 33 celdas de combustible del tipo PEM desarrolladas por Ballard, estos autobuses usan hidrogeno comprimido y son de 40 pies de largo.

2004 – 2006

Proyecto de demostración en Estados Unidos: Tres autobuses con celdas de combustible que usan bloques de celda UTC e hidrogeno comprimido en autobuses de 40 pies de largo en AC Transit, un autobús usando celdas de combustible de UTC y tres autobuses usando celdas de combustible Ballard.

#### 4.2.5.4. Escenario de referencia

Como lo indica la figura, la tendencia mundial sobre las tecnologías basadas en el hidrógeno es la desarrollar sistemas que no requieran infraestructura de abastecimiento nueva, como por ejemplo la utilización de la infraestructura del gas natural o de la distribución de agua o electricidad, con énfasis en energías renovables como el aire.



Figura 48. : Transición Ala economía del hidrogeno.  
 Fuente: Hydrogen Posture Plan – United States Department of Energy

Para el desarrollo de estas tecnologías se plantea la realización de proyectos de Investigación, Desarrollo y Demostración (ID+D), los cuales deberán ser viables a corto y mediano plazo, para que el desarrollo de la tecnología no los haga obsoletos.

#### 4.2.5.5. Identificación de vacíos y áreas de oportunidad

- ✓ La tecnología en lo que se refiere a celdas de combustible esta en desarrollo y es altamente confiable, por lo que el punto que se deberá atacar en este aspecto es el de la selección de la celda de combustible que se adecue a los requerimientos del medio en el cual operará el autobús de hidrogeno.
- ✓ Aún no se ha definido algo concreto relacionado a la confiabilidad y durabilidad de este tipo de sistemas de propulsión en autobuses operando en tránsito. Por lo que el desarrollo de tecnología se debe orientar hacia ese aspecto, con el fin de demostrar la factibilidad técnica y económica de este tipo de unidades.
- ✓ Los sistemas que componen el conjunto del autobús a hidrogeno han demostrado ser confiables en pruebas separadas, sin embargo el desarrollo de la tecnología se debe orientar hacia la realización de un registro que permita identificar las fallas potenciales del nuevo sistema que se esta construyendo, es así como este proyecto aportara con información importante sobre los requerimientos de seguridad y procedimientos de operación que se deben seguir al operar unidades móviles impulsadas por hidrogeno.
- ✓ El desarrollo de un autobús impulsado por hidrogeno constituye solamente al primera parte del desarrollo de la tecnología, ya que es necesario el desarrollo de normas procedimientos y estándares que uniformicen la terminología y el uso de componentes en nuestro medio, con el desarrollo de una estructura normativa sólida y respaldada en pruebas de campo se conseguirá el desarrollo de la llamada "cultura del hidrogeno", con lo cual se transmitirá confianza al publico usuario de las unidades que se desarrollen.
- ✓ Se conseguirá el éxito integral de este proyecto si se desarrolla un plan integral, ya que no solo los autobuses requieren mejoras sustanciales, sino porque también se requiere la infraestructura del hidrogeno (estaciones de reabastecimiento).

#### 4.2.6. Alcance del Proyecto

El alcance general del proyecto se define de la manera siguiente:

- ✓ El primer paso para el desarrollo de la tecnología del hidrogeno es la evaluación de la viabilidad técnica y económica de un hidrobús que servirá para el transporte de pasajeros, para ello se definirán los objetivos que se buscan alcanzar en el corto, mediano y largo plazo.
- ✓ Se definirán los objetivos en función de la información proporcionada por la Red Nacional de Hidrogeno, experiencias del desarrollo de este tipo de proyectos en el mundo y la consulta a expertos

- ✓ Para la definición de los objetivos se tendrá en cuenta la viabilidad económica y técnica de cada uno de ellos, para lo cual se desarrolla un procesos de evaluación que será definido por el Departamento de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y se aprobarán en consenso con los representantes de la Red Nacional de Hidrogeno.
- ✓ Cualquier otro servicio o evaluación que surja como resultado del desarrollo de este trabajo será manejado como un nuevo proyecto y por lo tanto quedará fuera de este alcance.

#### 4.2.6.1. Revisión del estado normativo

##### a. Objetivos de la Normalización

- ✓ Garantizar la seguridad minimizando riesgos evitables a las personas y a los bienes en un nivel aceptable
- ✓ Eliminar las barreras al comercio internacional permitiendo la pronta implementación de tecnologías rápidamente emergentes
- ✓ Controlar la variedad a través de seleccionar el número óptimo y los tipos de productos, procesos y servicios
- ✓ Armonizar los métodos de ensayo y los criterios de calidad para el uso del H2 en todas las formas
- ✓ Asegurar la protección del medio ambiente de los daños inaceptables debido a la operación y a los efectos de procesos y servicios vinculados al H2

##### b. ¿Qué se normaliza?

- ✓ Especificación del producto del hidrógeno
- ✓ Infraestructura de almacenaje y distribución para aplicaciones móviles y estacionarias (vehículos y estaciones de servicio)
- ✓ Aplicaciones finales (Fuel Cells, motores de combustión interna, quemadores)
- ✓ Tecnologías de producción del hidrógeno a partir de las fuentes primarias renovables
- ✓ Tecnologías de producción en pequeña escala – reformadores de a bordo
- ✓ Dispositivos de detección y de seguridad relacionados
- ✓ Seguridad y propiedades relevantes del hidrógeno



c. Principales actores

Miembros plenarios del ISO/TC 197:16

- ✓ Argentina (IRAM)
- ✓ Alemania (DIN)
- ✓ Canadá (SCC)
- ✓ Corea del Sur (KATS)
- ✓ Egipto (EOS)
- ✓ Estados Unidos (ANSI)
- ✓ Federación Rusa (GOST R)
- ✓ Francia (AFNOR)
- ✓ Holanda (NEN)
- ✓ Italia (UNI)
- ✓ Japón (JIST)
- ✓ Libia (LNCSM)
- ✓ Noruega (NSF)
- ✓ Suecia (SIS)
- ✓ Suiza (SNV)

d. Países observadores

Miembros observadores: 13

- ✓ Australia (SAI)
- ✓ Austria (ON)
- ✓ China (SAC)
- ✓ España (AENOR)
- ✓ Hungría (MSZT)
- ✓ Ucrania (DSSU)
- ✓ Serbia y Montenegro (ISSM)
- ✓ Reino Unido (BSI)
- ✓ República Checa (CSNI)
- ✓ Turquía (TSE)
- ✓ Tailandia (TISI)
- ✓ India (BIS)
- ✓ Jamaica (JBS)

e. Normas aplicables

- ✓ ISO / DIS 13985.3 Hidrógeno líquido – Tanques para vehículos terrestres
- ✓ ISO / CD 13986 Tanques para transporte multimodal de H2 líquido
- ✓ ISO / DPAS 15594 Instalaciones de carga de hidrógeno para aeropuertos
- ✓ ISO / DIS 17268 Hidrógeno gaseoso – conectores para carga de combustible para vehículos terrestres

- ✓ ISO / WD 20012 Hidrógeno gaseoso – estaciones de abastecimiento
- ✓ ISO/CD 16110.1/2 Generadores de hidrógeno usando tecnologías de procesamiento de combustibles
- ✓ ISO/CD 22734 Generadores de hidrógeno que emplean procesos de electrólisis del agua
- ✓ IEC/CD 62282 Tecnologías de Celdas de Combustible Liaison con IEC 105
- ✓ ISO/WD 16111 Dispositivos transportables para almacenamiento de gas. Absorción reversible de hidrógeno en hidruros metálicos
- ✓ ISO/14687:1999/AWI Amd. 1 Hidrógeno combustible – Especificación del producto
- ✓ ISO 14687:1999 Hidrógeno Combustible - Especificaciones del producto
- ✓ ISO 13984:1999 Hidrógeno líquido - Interfase del sistema de carga para vehículos terrestres

#### 4.2.6.2. Planteamiento del proyecto

En función a la información revisada y a las reuniones realizadas se concluye que el proyecto Hidrobús Mexico estará guiado por los siguientes fines:

- ✓ Promover y realizar proyectos de desarrollo tecnológico y de demostración en hidrógeno empleando estudios científicos y técnicos, con la colaboración de la industria nacional y la academia.
- ✓ Fomentar el desarrollo y la incorporación de nuevos principios y tecnologías relacionadas con el hidrógeno, para el desarrollo industrial en México.
- ✓ Realizar y participar en reuniones, seminarios, mesas redondas, y otros eventos en que se efectúen análisis y discusión de temas relativos al hidrógeno.
- ✓ Editar y promover la publicación de trabajos sobre el hidrógeno cuya importancia amerite su difusión.
- ✓ Crear y fortalecer lazos entre universidades, centros de investigación, la industria e instituciones relacionadas con el hidrógeno, tanto en la República Mexicana como en el extranjero, tendientes a la consecución de su objetivo.
- ✓ Establecer comunicación e intercambio permanente con organismos nacionales y extranjeros que tengan finalidades similares.
- ✓ Colaborar ampliamente con centros de información y documentación, organizaciones e industrias relacionadas con el hidrógeno.

- ✓ Propiciar y participar en la actualización permanente de profesionales especialistas en el área de las tecnologías del hidrógeno.
- ✓ Participar como uno de los órganos de consulta de las diferentes instituciones públicas y privadas, encargadas de enseñar, desarrollar o aplicar los conocimientos de las tecnologías del hidrógeno.
- ✓ Realizar por iniciativa propia o por encargo expreso de instituciones y empresas públicas o privadas, organizaciones no gubernamentales o de carácter internacional, estudios sobre problemas relativos al hidrógeno, su desarrollo, aplicación y aportaciones a la economía mexicana.
- ✓ Promover la extensión de las actividades de la asociación mediante la incorporación de empresas e instituciones radicadas en la República Mexicana y en el extranjero.
- ✓ Promover la acreditación y certificación de personal, programas, laboratorios y otras organizaciones dedicadas a actividades vinculadas al hidrógeno, en coordinación con instituciones y autoridades competentes.
- ✓ Fomentar la creación de empresas de base tecnológica en el tema del hidrógeno.

### **4.3. Diseño de la organización**

Toda la información desarrollada como parte del modelo planteado requiere de una estructura orgánica funcional que permita la ejecución de las actividades y objetivos para los cuales se plantea el proyecto, es por ello que se llevó a cabo una reunión con los participantes del proyecto para definir la estructura funcional que permita desarrollar el proyecto.

La reunión se llevó a cabo en las instalaciones de la Torre de Ingeniería, el día 06 de septiembre del 2006, y se redefinió la estructura funcional del proyecto.

La estructura orgánica funcional inicial del Proyecto Hidrobús México, formulada el 20 de junio del 2006, la cuál es la siguiente:

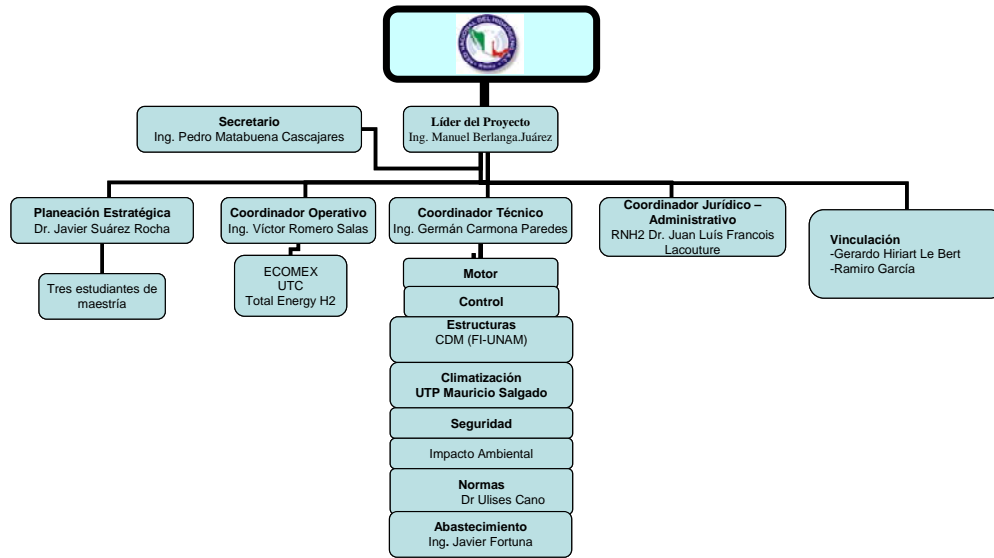


Figura 49. : Primera estructura organico funcional del proyecto Hldrobús Mexico  
 Fuente: Red Nacional de Hldrógeno.

Esta estructura orgánica funcional fue reformulada en sesiones posteriores de los días 07 de septiembre del 2006, llegándose a:

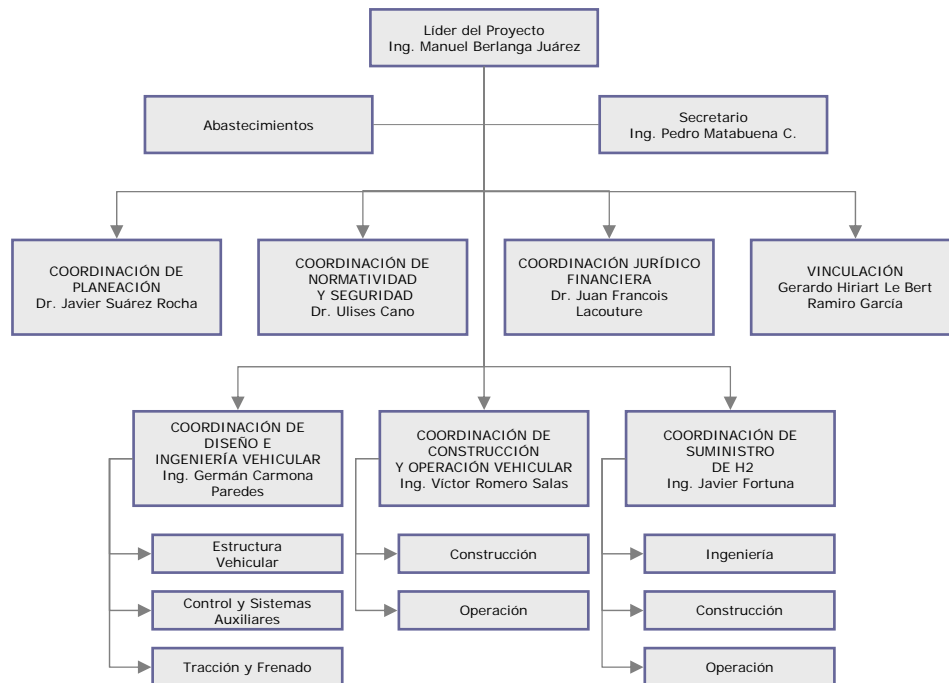


Figura 50. : Estructura organico funcional replanteada para el proyecto Hidrobús Mexico  
 Fuente: Dr. Javier Suarez Rocha y colaboradores.

Esta estructura a su vez cuenta con una desagregación de cada una de las coordinaciones ahí mencionadas, como son:

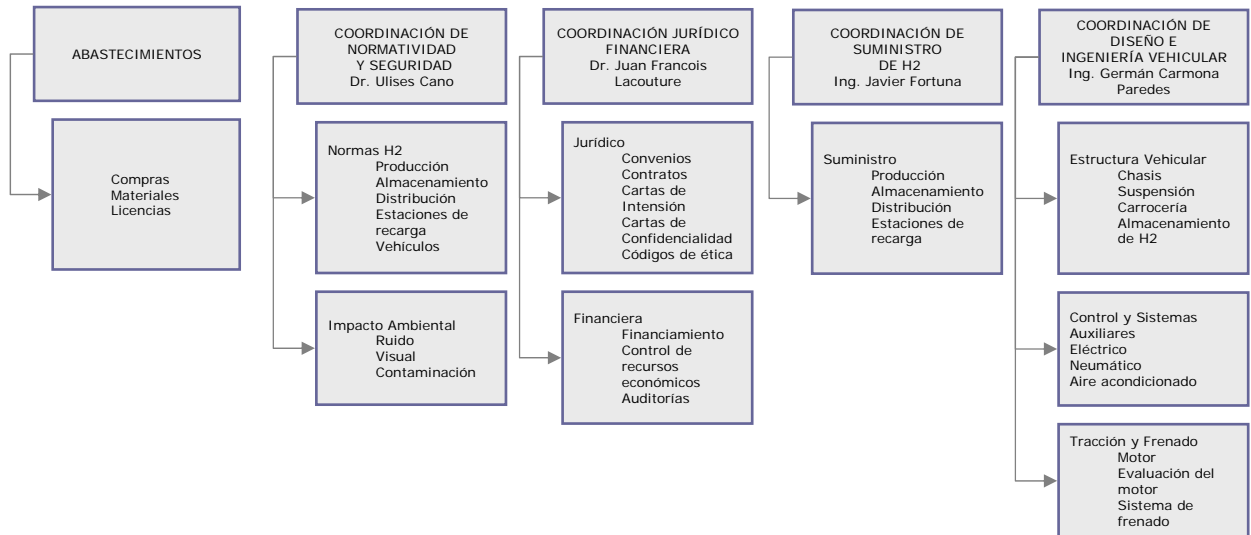


Figura 51. : Desagregación de la estructura organico funcional replanteada para el proyecto Hidrobús Mexico  
 Fuente: Dr. Javier Suarez Rocha y colaboradores.

#### 4.4. Participantes

Los participantes en el proceso de elaboración de la visión, misión, objetivos y funciones del Proyecto Hidrobús México son:

- ✓ Manuel Berlanga Juárez (Red Nacional del Hidrógeno – RNH2).
- ✓ Víctor Romero Salas (Autobuses de Oriente – ADO).
- ✓ Germán Carmona Paredes (Instituto de Ingeniería – UNAM).
- ✓ Pedro Matabuena Cascajares (Red Nacional del Hidrógeno – RNH2).
- ✓ Salvador Pinto Rios (Ecomex - GNC).
- ✓ Ulises Cano Castillo (Instituto de Ingeniería Eléctrica – UNAM).
- ✓ Javier Fortuna Espinoza (Total Energy H2).
- ✓ José Anaya Izquierdo (Linde Gas).
- ✓ Luis Alonso González Aguirre (Daimler Chrysler - DCX).
- ✓ Carlos Macías (Red Nacional del Hidrógeno – RNH2).
- ✓ Javier Suárez Rocha (Departamento de Sistemas – UNAM).

#### **4.5. Conclusiones**

Contar con una estructura organizacional en el Proyecto Hidrobús México, que esté de acuerdo a sus necesidades y funcionamiento, permite ordenar las actividades, los procesos y en sí el funcionamiento de la misma.

Las técnicas participativas; no son más que un “medio” para facilitar que un grupo reflexione, dialogue, comparta y analice, partiendo de su propia experiencia y realidad, con sus propios códigos y de una forma amena y motivadora.

Es necesario contar con el compromiso de todos los integrantes del Proyecto Hidrobús México, si no se cuenta con este, los esfuerzos se pueden ir diluyendo. Lo que se persigue es que el los integrantes, reúnan la experiencia y el conocimiento para reflexionar sobre la visión, misión, objetivos y funciones.

Una vez terminado este proceso los resultados se deben difundir a todos los integrantes del proyecto, así como a los niveles superiores del mismo. El Proyecto Hidrobús México deberá empezar a ordenar todos sus procesos en función de lo que desea alcanzar, lo cuál ya fue especificado en este documento. Es conveniente difundir estos elementos estratégicos a nivel externo, como parte de la publicidad que se quiere dar.

Los responsables de la dirección del Proyecto Hidrobús México deben desarrollar una gran sensibilidad para observar y comprobar en la práctica si la definición de estos elementos estratégicos está teniendo el efecto esperado. De no ser así, es conveniente ajustar su concepción y/o reelaborarlos.

## **Conclusiones generales**

En la actualidad, con todo el desarrollo que se ha alcanzado en el campo de la administración de proyectos, la pregunta no es si se debe realizar una evaluación apropiada y rigurosa sino como hacerla. ¿Cuál es el proceso adecuado?, ¿Cuál es método adecuado?, ¿Cuál es al herramienta adecuada? Existen muchos alcances posibles que direccionan estas preguntas y muchos de ellos han sido puntualizados en este trabajo. Un tema común en los datos presentados ha sido el énfasis que se ha puesto en el hecho de que debido a la naturaleza especial de los Proyectos de I+D, el modelo de planeación planteado integra un proceso, un método y una herramienta de planeación adecuada a las características de los proyectos de I+D, el modelo desarrollado es nuevo en el sentido que toma conceptos de diversas áreas del conocimiento que no son nuevas y las organiza para conseguir un esquema de trabajo de fácil aplicación y sobretodo practico.

Los modelos de administración de Proyectos de I+D que se aplican actualmente no permiten tomar decisiones con respecto a si se debe seguir o cancelar un proyecto, no se adecuan fácilmente a los estilos de administración de las personas que los dirigen, no son amigables y no tan fáciles de usar, por otro lado, los modelos puramente financieros no son siempre comprensibles por parte de la gerencia, los modelos puramente financieros no son percibidos como realistas. Es por ello que el modelo que se plantea agrupa características financieras, de objetivos de control y operativas para equilibrar las carencias de otros modelos usados.

Es importante definir la visión del proyecto como una extensión de la visión de la organización, muchas veces cuando se habla de visión solo se piensa en organizaciones pero se ha encontrado que los proyectos y sobretodo los proyectos de investigación y desarrollo, al ser organizaciones mas pequeñas y de carácter temporal también requieren una misión y una visión que seguir. Los proyectos que carecen de visión no pueden tener una idea clara de su mercado objetivo o de sus fines concretos para identificar oportunidades tecnológicas. Los proyectos enfocados en metas a corto plazo generalmente responden con reacciones involuntarias a los cambios en el entorno. Las organizaciones, compañías, y departamentos de I+D que carecen de una visión (o estrategias para alcanzar dicha visión) se enfrentan a actividades del día a día, pierden de vista sus objetivos a largo plazo y su misión

El modelo de formulación de objetivos asegura que las metas de la organización que emprende el esfuerzo de investigación y desarrollo estén alineadas con el proyecto y es posible identificar si se presentan cambios en los resultados de un Proyecto de I+D y se desvían de la estrategia de la compañía con el fin de introducir acciones correctivas para no perder el apoyo de los patrocinadores del proyecto.

El paradigma de la conducción planeada es la forma más adecuada de manejar proyectos de I+D, debido a que el enfoque de conducción planeada se presenta cuando se ha preestablecido un estado futuro deseado del objeto conducido. En el momento de realizar la planeación de un proyecto de cualquier tipo ya se cuenta con el problema identificado y se presenta la etapa en la cual se debe instrumentar la solución que se busca implantar o desarrollar.

El enfoque de planeación hacia la necesidad específica del proyecto que se va a conducir en este caso fue el de la planeación normativa debido a que se ha observado que los proyectos de investigación y desarrollo carecen de una estructura de reglas, leyes y políticas que permitan mantener el control dentro de la organización. El modelo que se plantea, a través de su sistema de administración y las métricas definidas permiten enfocar al equipo en el objetivo del proyecto y crear compromiso y consenso con las metas del proyecto. El resultado es que el progreso del proyecto

puede ser monitoreado efectivamente, con lo cual se lleva un control del logro de las metas tecnológicas.

Por otro lado, también es imperioso e impostergable el desarrollo de grupos de investigación y de proyectos de investigación de largo alcance. La comunidad científica debe plantearse grandes retos, grandes proyectos enmarcados en los problemas nacionales más apremiantes, a plazos de cuatro o cinco años (Zubieta, Suárez et al. 1999). En este sentido el modelo planteado representa una herramienta que permite realizar la planeación de corto mediano y largo plazo para el desarrollo de proyectos de investigación de largo alcance.



## **Bibliografía**

- Ackoff, R. (1972). Un Concepto de Planeación de Empresas. Distrito Federal, Mexico, Limusa S.A. de C.V.
- Ackoff, R. (1990). Planeación de la Empresa del Futuro. Distrito Federal, Mexico, Limusa S.A. de C.V.
- Archibald, R. (1992). Managing High-Technology Programs and Projects. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Bachalandra, R. (1989). Early warning signal for R&D projects. New York, Lexington Books.
- Bachalandra, R. y I. Raelin (1980). "How to decide when to abandon a project." Research Management **23**(4): 24 - 29.
- Belassi, W. y O. Turkel (1996). "A new framework for determining critical success/failure factors in projects." International Journal of Project Management **14**(3): 141 -151.
- Carvajal, R., J. Jiménez, et al. (1984). Estudio de la Estructura del Sistema Científico Mexicano. Mexico, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Clarke, A. (1999). "A practical use of key success factors to improve the effectiveness of project management." International Journal of Project Management **17**(3): 139 - 145.
- COBIT (2000). COBIT Control Objectives. Chicago, Illinois, ISACA Bookstore.
- CONACYT. (2002). "Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología." Revisado: Agosto 12, 2007, from <http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/docs/contenido/PresentacionCtaNalCyT4.ppt>.
- CONACYT (2006). Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología - México. Mexico D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Cooper, R., S. Edgett, et al. (1998). "Best Practices for Managing R&D Portfolios." Research Technology Management **41**(4): 20-33.
- Dantas, E. y C. Abeledo. (2005). "How can developing countries use research and development to accelerate their social and economic progress?" Revisado: Abril 18, 2007, from <http://www.scidev.net/dossiers/index.cfm?fuseaction=dossierfulltext&Dossier=13>.
- Gelman, O. y G. Negroe (1982). "La planeación como un proceso básico en la conducción." Revista de la Academia Nacional de Ingeniería **1**(4): 253 - 270.

Grembergen, W. V., S. DeAdes, et al. (2003). "Using COBIT and the balanced scorecard as instruments for service level agreements." Information Systems Control Journal **4**(2003).

Hauser, J. y F. Zettelmeyer (1997). "Metrics to evaluate RD&E." Research Technology Management **40**(4): 32-38.

INEGI (2006). Programa Nacional de Desarrollo Estadístico (PRONADE), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Jiménez, J. (1988). Encuesta sobre la organización y eficacia de las unidades de investigación en México. Mexico, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Kepner, H. y B. Tregoe (1995). The New Rational Manager Kepner-Tregoe.

Kerzner, H. (1987). "In search of excellence in project management." Journal of Systems Management **5**(1): 30 - 39.

Kerzner, H. (2001). Strategic Planning for Project Management using a Project Management Maturity Model. Hoboken. New Jersey, John Wiley & Sons Inc.

Kerzner, H. (2003). Project Management: a systems approach to planning, scheduling and controlling. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

Kleim, R. L. y I. S. Ludin (1998). Project management practitioner's handbook, AMACOM Books.

Levine, H. A. (2002). Practical Project Management: Tips, tactics and tools. New York, John Willey & Sons Inc.

Martinez, A. y M. Perez (2004). "Early warning signals for R&D projects: An empirical study." Project Management Journal **35**(1): 11 - 23.

McLaughlin, G. C. (1995). Total Quality in Research and Development. Delay Beach, Florida, St. Lucie Press.

Nijssen, E., A. Arbouw, et al. (1995). "Accelerating new product development: A preliminary empirical test of a hierarchy of implementation." Journal of Product Innovation Management **12**(2): 99 - 109.

Pinto, L. y L. Prescott (1988). "Variations in critical success factors over the stages in the Project life cycle." Journal of Management **14**(1): 5 - 18.

PMI (2001). Project Management Institute Practice Standard for Work Breakdown Structures. Newton Square, Pensilvania, Project Management Institute Inc.

PMI (2004). A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newton Square, Pensilvania, Project Management Institute Inc.

Porkolab, L. (2002). "Evaluating R&D Projects and Portfolios." Drugs Discovery Today **7**(4): 230-231.

Sanchez, G. y A. Fuentes (1995). Metodología de la Planeación Normativa. Distrito Federal, México, Departamento de Sistemas. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

Shenhar, A., J. Reiner, et al. (1996). Improving PM: Linking Success Criteria to Project Type. Symposium "Creating Canadian Advantage through Project Management", Project Management Institute.

Solleiro, J. (1989). Diseño y Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica. Serie Manuales de I&D, Centro Universitario de Desarrollo CINDA, Secretaría del Convenio Andres Bello – SECAB.

Youker, R. (1977). "Organizational Alternatives for Project Managers." Management Review **66**(11): 46-53.

Zubieta, J., G. Suárez, et al. (1999). "Problemática del desarrollo científico y tecnológico en México." Mexican Studies / Estudios Mexicanos **15**(1): 193-211.