

**PROPUESTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZACIÓN Y MODELO DE
GESTIÓN DE PROYECTOS DE I+D**

CESAR ARMANDO CÁCERES MANTILLA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE NEGOCIOS – MBA – COHORTE III
BUCARAMANGA**

2014

**PROPUESTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZACIÓN Y MODELO DE
GESTIÓN DE PROYECTOS DE I+D**

CESAR ARMANDO CÁCERES MANTILLA

**Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Gerencia de Negocios
MBA**

**Director:
Mg. CARLOS DÍAZ BOHÓRQUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE NEGOCIOS – MBA – COHORTE III
BUCARAMANGA**

2014

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
4. MARCO DE REFERENCIA Y MARCO TEÓRICO	21
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES	21
4.2 MARCO TEORICO	21
4. ANÁLISIS ESTADISTICO DE PROYECTOS	33
4.1 IMPACTO EN TIEMPO	33
4.2 IMPACTO EN COSTOS	36
5. ANALISIS DE CAUSAS	43
6. MODELO ACTUAL – MODELO DE MADURACION Y GESTION DE PROYECTOS MMGP	47
7. PROPUESTA METODOLOGICA	54
7.1 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS	54
7.2 PROPUESTA METODOLÓGICA	58
7.2.1 Proyectos de Investigación	58
7.2.2. Proyectos de Desarrollo de Tecnología	64
7.2.3 Proyectos de Desarrollo de Producto	72
8. CASO DE APLICACIÓN	82
8.1 DEFINICIÓN DE INICIATIVA	83
8.2 APLICACIÓN MMGP	85
8.3 APLICACIÓN PROPUESTA METODOLÓGICA	86

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
9.1 CONCLUSIONES	92
9.2 RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	97

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Inversión en I+D (\$USD millones)	14
Gráfica 2. % inversión en I+D	15
Grafica 3. Comparación de Inversiones Teóricas en I+D VS ECOPETROL S.A.	16
Gráfica 4. Análisis Causa Raíz	17
Grafica 5. Antecedente de Modelo Propuesto. Fuente: ICP	21
Grafica 6. Duración Fase 1	34
Grafica 7. Duración Fase 2	34
Grafica 8. Duración Fase 3	35
Grafica 9. Duración Fase 4	36
Grafica 10. Costo Fase 1	36
Grafica 11. Costo Fase 2	37
Grafica 12. Costo Fase 3	38
Grafica 13. Costo Fase 4	39
Grafica 14. Distribución en Fases Costo y Tiempo	40
Grafica 15. Comportamiento en las Fases	42
Grafica 16. Debilidades en el proceso de planeación	43
Grafica 17. Debilidades en la Gestión del Recurso Humano	44
Grafica 18. Debilidades en la Gestión de Abastecimiento	45
Grafica 19. Debilidades en la Gestión de Convenios	45
Grafica 20. Comparación de Modelos por Etapas	47
Grafica 21. Marco Estratégico	49
Grafica 22. Esquema Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos - MMGP	50
Grafica 23. Generación de Ideas	55
Grafica 24. Esquema Modelo de Ideación	56
Grafica 25. Clasificación de acuerdo a cadena de valor	57

Grafica 26. Esquema General	58
Grafica 27. Esquema General de Investigación	64
Grafica 28. Esquema General Desarrollo de Tecnología	72
Grafica 29. Esquema General Desarrollo de Producto	81
Grafica 30. Distribución del Portafolio ICP por Foco	82
Grafica 31. Distribución del Portafolio ICP por Tipo de Proyecto	83
Grafica 32. Tabla de Clasificación de Iniciativas	84
Grafica 33. Imagen de Tiempos utilizados en aplicación MMGP	86
Grafica 34. Comparación de Nivel de documentos exigidos	87
Grafica 35. Línea de tiempo de las iniciativas con la propuesta metodológica	88
Grafica 36. Semáforo de comparación de la variable tiempo.	89
Grafica 37. Semáforo de comparación de la variable costos	90

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Inversiones de las compañías petroleras	97
ANEXO B. Muestra de Proyectos para análisis estadístico	98
ANEXO C. Detalle de Esquema Proyecto de Investigación	99
ANEXO D. Detalle de Esquema Proyecto de Desarrollo de Tecnología	101
ANEXO E. Detalle de Esquema Proyecto de Desarrollo de Producto	103
ANEXO F. Detalle del portafolio del ICP para el 2014	105

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZACIÓN Y MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE I+D*

AUTOR: CESAR ARMANDO CACERES MANTILLA**

PALABRAS CLAVES: Portafolio de Inversiones, Modelo de Maduración de Proyectos, I+D, Gestión de Proyectos.

DESCRIPCIÓN

El fundamento de esta tesis es diseñar esquemáticamente y validar una nueva propuesta metodológica para fortalecer el proceso de planeación y maduración de proyectos que hoy se basa en el Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos de ECOPETROL. Su aplicación se limitará a la implementación de una de las cinco fases del modelo que considera desde Fase 1 a Fase 5. Específicamente la aplicación corresponde a la Fase 1 cuyo propósito es conceptualizar la idea, necesidad operacional o problema a resolver a través de un proyecto de I+D. Una vez concluida la implementación se realizará la comparación con iniciativas adelantadas por el Modelo actual en cuanto su desempeño en las variables tiempos y costos. Este trabajo se adelantó con el apoyo de personal de proyectos del Instituto Colombiano de Petróleos y recogió diferentes iniciativas de esquema de maduración de proyectos de los equipos técnicos. Se espera que con este trabajo se contribuya a una mejora en la gestión de los proyectos buscando agregar valor a la compañía en sus unidades de negocio. Este trabajo para su aplicación masiva en actividades de investigación y desarrollo de la Empresa Colombiana de Petróleos debe ser validado por la Dirección de Proyectos y adicionalmente debe continuarse con su validación por las diferentes fases para poder generar una conclusión más contundente sobre sus beneficios, lo cual será alcance de otros trabajos.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Maestría en Gerencia de Negocios – MBA – Cohorte III Director: Mg. Carlos Díaz Bohórquez

SUMMARY

TITLE: METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR CHARACTERIZATION AND MANAGEMENT MODEL PROJECT R & D*

AUTHOR: CESAR ARMANDO CACERES MANTILLA**

KEY WORDS: Portfolio Investment Maturity Model Project, R & D, Project Management.

DESCRIPTION

The basis of this thesis is to design and validate schematically a new methodological proposal for strengthening the process of planning and project maturity today is based on Maturity Model and Colombian Petroleum Company Project Management. Its application is limited to the implementation of the five phases of the model, this considered since Phase 1 to Phase 5. Specifically the application is for Phase 1 which aims to conceptualize the idea, operational need or problem to be solved through an R & D. After the implementation of the initiatives carried out by comparison with the current model in terms of its performance in varying times and costs will be made. This work was supported by the lead project personnel of the Colombian Petroleum Institute and picked up different initiatives maturation scheme projects of technical equipment. It is hoped that this work will contribute to an improvement in the management of projects seeking to add value to the company in its business units. This work for mass application in research and development of the Colombian Petroleum Company must be validated by the project management should be continued and further validation through the different stages to generate a stronger conclusion about its benefits, which will be available to other jobs.

* Degree work

** Faculty of Engineering Physicomechanical. School of Industrial and Business Studies. Master of Business Administration - MBA - Cohort III Directed MG. Carlos Díaz Bohórquez

INTRODUCCIÓN

El portafolio de inversiones de I+D que administra el Instituto Colombiano del Petróleo de la Empresa Colombiana de Petróleos que durante el trabajo se representara por su sigla ECOPETROL S.A en promedio corresponde al 0.8% de las inversiones totales de la compañía cifra que debe aumentar considerablemente dada la necesidad de garantizar el crecimiento sostenido de la compañía mediante la implementación de una estrategia tecnológica agresiva. Para hacerlo se requiere ajustar el Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos de ECOPETROL S.A que en adelante se representará por la sigla MMGP que se desarrolló en su origen para actividades de construcción de infraestructura en la cadena de valor.

Desde el año 2007, vigencia en la cual realizo su apertura como herramienta metodológica el Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos (MMGP) de ECOPETROL S.A, se han desarrollado propuestas parciales para adaptar el mencionado modelo a las particularidades de la investigación y el desarrollo tecnológico, sobre la misma estructura del modelo actual, limitando sus variaciones a particularidades en los formatos de validación o listas de chequeo utilizadas para soportar la sanción de cada fase del modelo. Hasta el momento, no se ha logrado cambios profundos que jalonen una respuesta oportuna de los Proyectos de I+D a las necesidades de la Compañía.

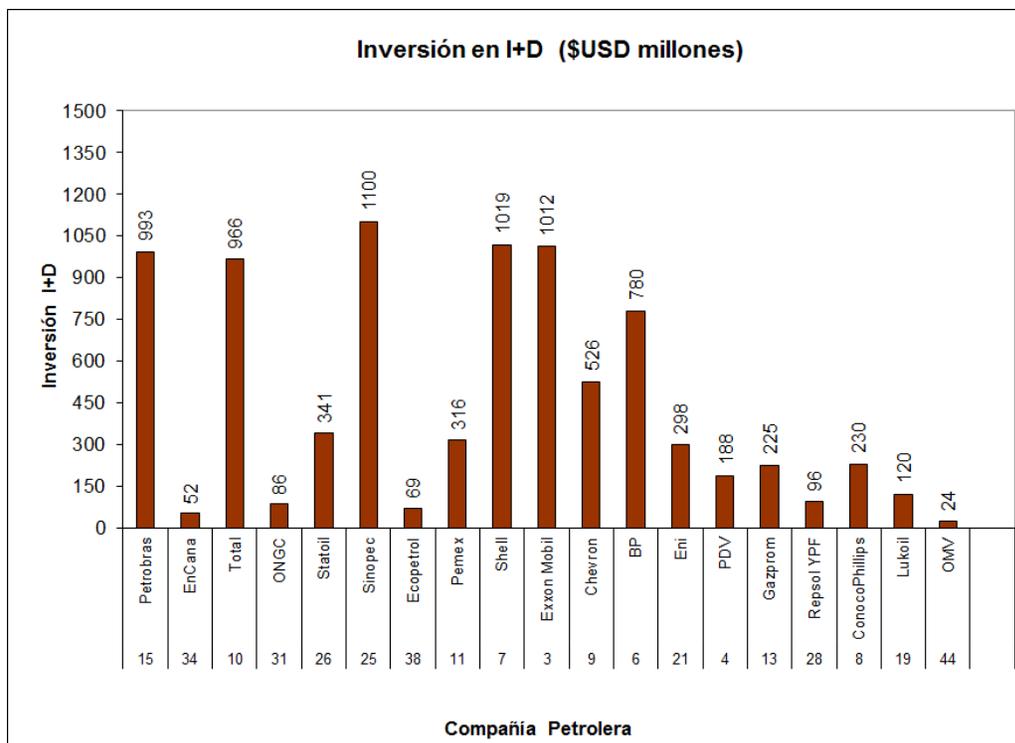
Se realizará una revisión del estado del arte de los diferentes modelos, metodologías y prácticas aplicadas al desarrollo de proyectos de I+D, diseñando esquemáticamente una propuesta metodológica de caracterización y gestión de los proyectos, se realizará la validación de la metodología con los expertos de I+D en talleres de socialización y se aplicará dicha metodología durante la fase 1- conceptualización de ideas a una de las iniciativas que se adelantan en el fondo

de iniciativas del INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETRÓLEO midiendo su impacto en términos de tiempo, costo y alcance, recomendando los ajustes metodológicos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

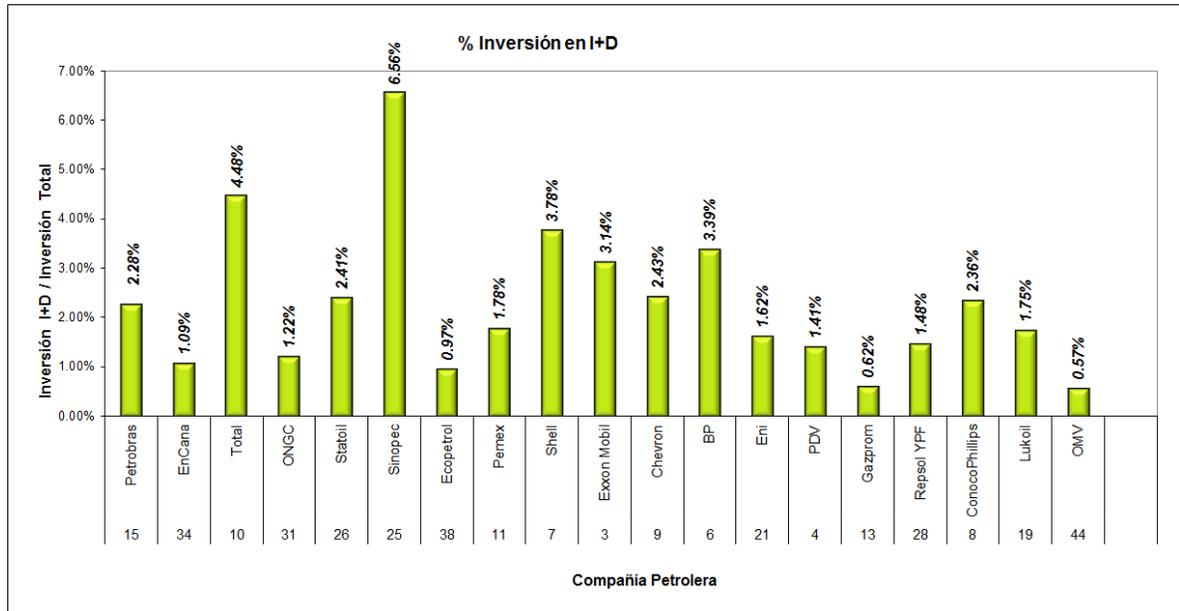
El promedio de las inversiones en I+D de las Compañías Petroleras competidoras de ECOPEPETROL S.A. obedece al 2.3% de sus inversiones totales. Ver Grafica 1 y Grafica 2.

Gráfica 1. Inversión en I+D (\$USD millones)



Fuente: Informes de Gestión de Resultados de cada Compañía

Gráfica 2. % inversión en I+D



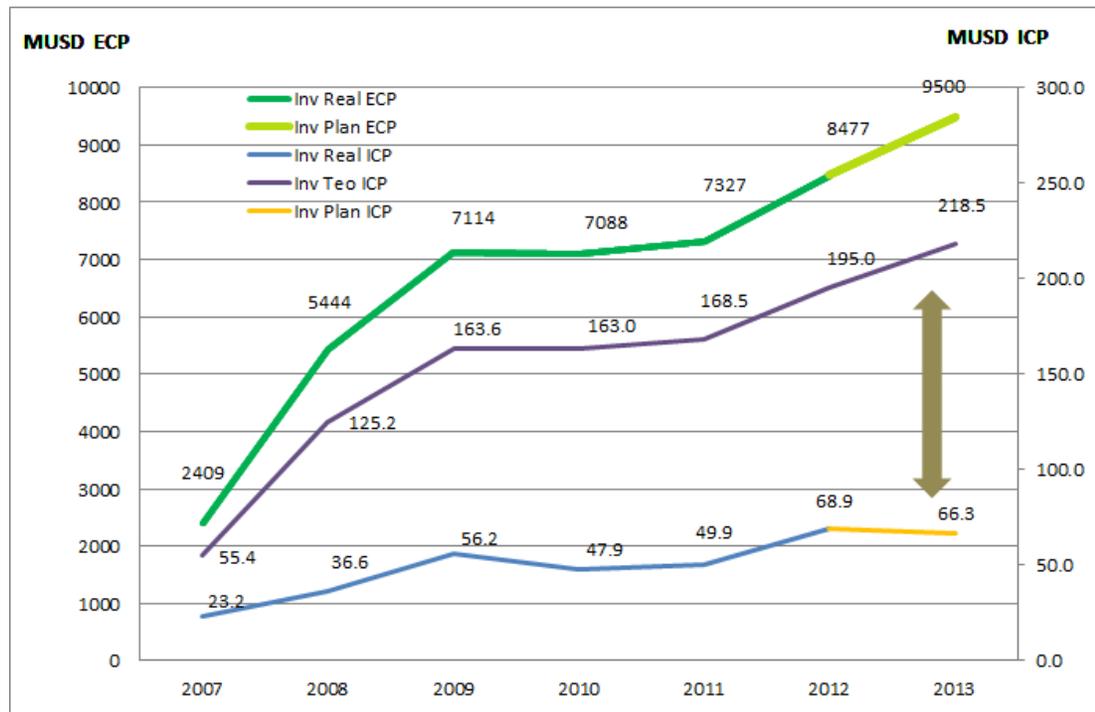
Fuente: Informes de Gestión de Resultados de cada Compañía

En el Anexo A se muestra el detalle y la fuente de esta información.

En ECOPETROL S.A. entre las vigencias 2007 a 2012 la cifra de ejecución promedio real tan solo alcanza el 0.8% frente a las inversiones totales colocándola en desventaja tecnológica frente a sus pares. Esta situación la agrava la capacidad de ejecución de inversiones del ICP la cual rondó el 40% a 50% entre los años 2007 a 2010, aumentó su gestión en el año 2011 a 76% y finalmente cerro el año 2012 con una ejecución del 80% del presupuesto asignado, siendo todavía insuficiente ante los desafíos de la compañía y los fuertes requerimientos tecnológicos de la industria. En la gráfica 1, se presente el nivel de inversión de ECOPETROL, respecto del nivel de inversión real y el teórico según sus pares. En ella podemos observar que ECOPETROL se encuentra muy por debajo del promedio de la industria generando con ello una brecha de inversión tecnológica para el desarrollo de sus activos. Las preguntas naturales obedecen a: Existe disponibilidad de capital para llegar a estos niveles de inversión?. Existe capacidad instalada para llegar a los niveles de inversión que tienen hoy las

compañías del sector?. Existen los procesos idóneos que faciliten el nivel de gestión requerido para estos niveles de inversión?. Todas estas son preguntas que exigen un análisis al interior de la organización.

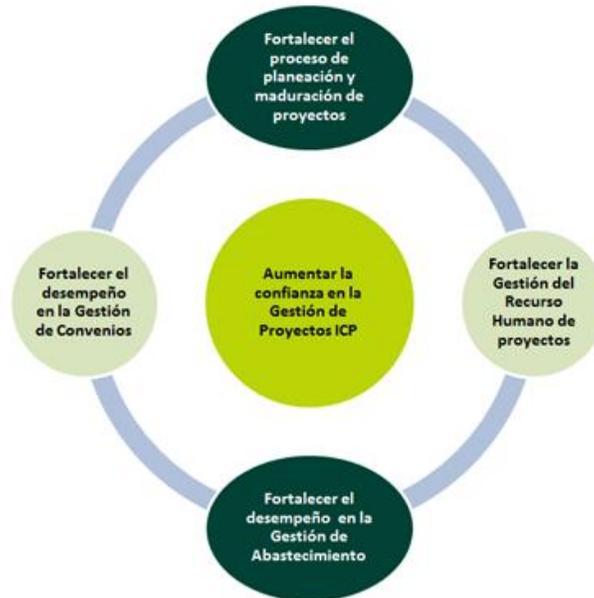
Grafica 3. Comparación de Inversiones Teóricas en I+D VS ECOPETROL S.A.



Fuente ECP

Producto del anterior desempeño y en caso concreto de los resultados de gestión de inversiones del año 2011, se documentó un ejercicio de causa raíz, de donde se puede concluir, que el motivador fundamental para lograr aumentar la confianza de la organización en el Instituto Colombiano del Petróleo como dependencia encargada de realizar las inversiones en Investigación y Desarrollo consiste en fortalecer el proceso de planeación y maduración de proyectos de I+D (procesos). Adicionalmente se estableció la necesidad de Fortalecer la Gestión de Recurso Humano de Proyectos (capacidad de gestión) y el Desempeño de la Gestión de Abastecimiento en Contratos y Convenios (procesos). Ver Gráfica 4.

Gráfica 4. Análisis Causa Raíz Gestión de Proyectos



Fuente ECP

El fundamento de esta tesis es trabajar sobre el proceso de maduración y gestión de proyectos que facilite incrementar los niveles de inversión en Investigación y Desarrollo, diseñando esquemáticamente y validando una nueva propuesta metodológica para fortalecer dicho proceso de planeación y maduración de proyectos que hoy se basa en el Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos de ECOPETROL - MMGP. Su aplicación se limitará a la implementación de una de las cinco fases del modelo, específicamente la aplicación corresponde a la Fase 1 cuyo propósito es conceptualizar la idea, necesidad operacional o problema a resolver a través de un proyecto de I+D. Una vez concluida la implementación se realizará la comparación con iniciativas adelantadas por el Modelo actual en cuanto su desempeño en las variables tiempos y costos.

Los principales problemas de planeación identificados en las fases de definición del proyecto (Fase 1, Fase 2 y Fase 3) identificados son: Entendimiento del modelo de maduración y gestión de proyectos, apropiación del modelo como herramienta para las actividades de investigación y desarrollo, deficiente

identificación de riesgos, falta de oportunidad en la gestión contractual requerida en cada fase, baja calidad de entregables de las primeras fases buscando cumplimiento de gestión, identificación inapropiada de hitos, debilidad conceptual para diferencias entre hitos, actividades, alcance y finalmente la falta de dimensionamiento presupuestal, técnico y de tiempos de ejecución de actividades.

Todos los anteriores problemas de planeación identificados, conllevan a un bajo entendimiento del Modelo de Maduración y Gestión de proyectos, que redundan en mayores tiempos y costos para madurar o sancionar las fases, generando con ello aversión a su utilización y minimizando la oportunidad que este brinda a la compañía en su aplicación. Considerando la importancia que tiene la fase 1 del proyecto donde se identifica claramente la idea de negocio, la necesidad a resolver o problema tecnológico a enfrentar, partiendo de la clara definición de la pregunta de investigación, se concentran los esfuerzos de este trabajo de tesis en el piloto de aplicación de una nueva metodología durante esta primera fase.

Con este trabajo de aplicación se pretende ofrecer una metodología más práctica para desarrollar la fase 1 de identificar la idea de negocio, de tal forma que se avance con oportunidad y a un bajo costo. Esto por supuesto con la referencia de los proyectos que actualmente se adelantan en el Instituto Colombiano del Petróleo.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se justifica en:

- a. Sus resultados podrían impactar considerablemente el desempeño de la I+D de ECOPETROL S.A jalonando con ellos el desarrollo tecnológico no solamente de la compañía sino de la industria.
- b. La propuesta metodológica resolvería las debilidades del actual modelo de maduración y gestión de proyectos concentradas principalmente en mayores tiempos y costos invertidos durante la generación de entregables de la fase que no son relevantes para Proyectos de I+D. Esta adaptación a las condiciones particulares de la investigación y el desarrollo, permitirá continuar aplicando una disciplina de capital en el desarrollo de proyectos de I+D optimizando las variables de tiempo y costo.
- c. Una aplicación efectiva podría aumentar considerablemente el potencial de valor de ECOPETROL S.A. a través de su portafolio de inversiones en I+D, tanto por su volumen de iniciativas como por su alto valor.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar una metodología que caracteriza y gestiona proyectos de I+D para optimizar los tiempos y costos de implementación en el Portafolio de I+D del Instituto Colombiano del Petróleo durante la Fase 1 de una iniciativa tecnológica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Revisar y diseñar esquemáticamente una propuesta metodológica para la caracterización y gestión de maduración.

Aplicar en una iniciativa piloto la metodología para la caracterización y Gestión de Proyectos de I+D durante la Fase 1 del modelo de maduración y gestión de Proyectos de ECOPETROL S.A, para disminuir los tiempos y costos en como mínimo un 20%.

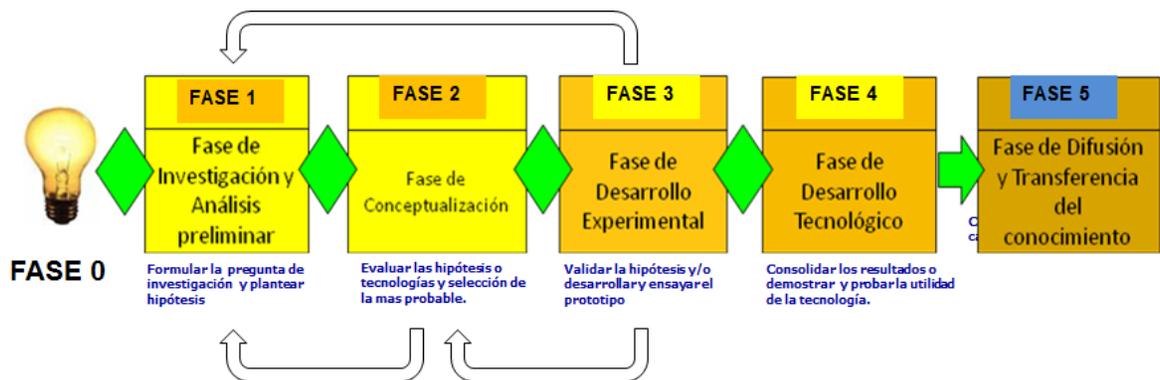
Realizar los ajustes metodológicos generados como lecciones aprendidas durante el piloto para lograr una implementación futura en la totalidad del Portafolio de Iniciativas y Proyectos del INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO, estimando un incremento de cuando menos 3 iniciativas convertidas en Proyecto por año.

4. MARCO DE REFERENCIA Y MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

En el Instituto Colombiano del Petróleo existe como antecedente una primera adaptación a particularidades del modelo donde se mantiene conceptualmente el número de fases, ajustando solo el título asociado a cada fase y genera la posibilidad de devolverse entre fases de acuerdo a los avances de la investigación.

Grafica 5. Antecedente de Modelo Propuesto. Fuente: ICP



Este trabajo no fue validado por la Dirección de Proyectos de Ecopetrol S.A y por tanto no fue implementado y tan solo permitió demostrar el interés por conseguir la revisión del proceso.

4.2 MARCO TEORICO

Después de una revisión en base de datos se eligieron estos trabajos por su orientación a la toma de decisiones relacionadas con portafolios de programas o proyectos de desarrollo tecnológico o desarrollo de producto. De igual forma, se

eligieron por el reconocimiento y reputación que tienen los autores en esta temática.

Se encontró que la información más relevante está relacionada principalmente con las propuestas desarrolladas por COOPER, Robert G y el Departamento de Energía de los Estados Unidos, así como lo desarrollado a nivel interno en Ecopetrol S.A.

En resumen la base teórica para adelantar este trabajo se concentra en:

- ✓ El documento *Managing Technology Development Projects*, en resumen plantea que la investigación básica o fundamental de los proyectos de generación de conocimiento a menudo emplea mal el proceso para administrar o aplicar criterios financieros en la selección de proyectos, generando que los avances tecnológicos sean cada vez más alarmantes en la cartera de las compañías. Para mejorar la gestión de este tipo de proyectos, las empresas han adoptado un único proceso Stage-Gate® especialmente adaptado a las necesidades de los proyectos de desarrollo tecnológico. El modelo presentado por el autor consta de tres etapas y cuatro puertas, y plantea el uso de criterios de éxito para valorar y clasificar estos proyectos de tecnología.¹

- ✓ El mismo autor en el documento *Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-practices Companies*, menciona en su texto que “La mayoría de las empresas han puesto en marcha un proceso sistemático de nuevos productos para impulsar proyectos desde la idea hasta el lanzamiento, mejorando sus procesos para hacerlos más rápidos y más eficaces. Sin embargo, cuando hay ausencia de ideas innovadoras, algunas empresas están añadiendo una etapa de descubrimiento al inicio del proceso con el fin de generar mejores ideas

¹ COOPER, Robert G. *Managing Technology Development Projects*. IEEE Engineering Management Review. Vol. 35 No. 1 2007.

optimizando la investigación fundamental con mayor eficacia mediante la aplicación de un nuevo enfoque Stage-Gate®". En este trabajo, presenta una propuesta para administrar efectivamente un portafolio de ideas innovadoras para que estas se conviertan en potenciales proyectos.²

- ✓ El Departamento de Energía de los Estados Unidos presenta en el artículo Stage-Gate Innovation Management Managing Risk Through Structured Project Decision-making Industrial Technologies Program - ITP las directrices Stage-Gate como un instrumento para Gerentes de Tecnología principalmente en su propósito de evaluar el avance de los proyectos y guiar la toma de decisiones en el curso de un proyecto de I+D. En el documento se plantea un modelo diseñado como proceso Stage-Gate con flexibilidad para adaptarse a sus diferentes tipos de proyectos de investigación aumentando la probabilidad de éxito para acercar las nuevas tecnologías a la industria de los EE.UU. de energía³.

Lo que se observa es que el modelo se convierte en un facilitador eficaz de I + D, una guía de las mejores prácticas, y no un conjunto rígido de reglas a seguir, sin excepción. Es un enfoque de gestión de proyectos por fases que produce decisiones basadas en hechos de financiación y en un conjunto de criterios de evaluación definidos. Concretamente, el enfoque de compuertas es utilizado para:

- Proveer directrices de gestión de proyectos;
- Caracterizar los proyectos en términos del alcance, la calidad, el rendimiento y la integración del programa;

² COOPER, Robert G. Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-practices Companies Do—I. Industrial Research Institute, Inc Volume 45, Number 5, 1 September 2002.

³ U.S DEPARTMENT OF ENERGY. ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. Stage-Gate Innovation Management Managing Risk Through Structured Project Decision-making Industrial Technologies Program - ITP. Versión 1.3. February 2007.

- Evaluar y monitorear el progreso del proyecto contra hitos;
 - Evaluar la viabilidad de la comercialización de la tecnología;
 - Orientar las decisiones sobre financiación de proyectos (por ejemplo: adelante, detener, mantener, regresar).
- ✓ El estudio *Assessing Project Management Maturity* presenta como objetivo principal determinar los impactos financieros y de organización en la gestión de proyectos. Este estudio comenzó con el desarrollo de un modelo de maduración para evaluar la madurez de procesos de gestión de proyectos.

La metodología de análisis consta de un total de 148 preguntas de opción múltiple cubre 8 áreas de conocimiento y 6 fases del proyecto. El modelo de madurez se aplicó en 38 empresas y agencias gubernamentales en 4 diferentes industrias.

Esta evaluación ofrece estudios sólidos y comparativos sobre las prácticas de gestión de proyectos de las industrias y empresas. También proporciona un conjunto de herramientas para que las organizaciones puedan identificar las áreas claves de oportunidad de mejora en la gestión de proyectos.⁴

- ✓ Para una conferencia de SPE el mismo ECOPETROL presentó el documento *Results of the Implementation of the Project Management System: Towards a Competitive Quality Model*. De este documento se puede extraer que los proyectos de inversión es el medio principal para las empresas alcanzar sus objetivos, maximizar el valor de sus acciones mediante la generación de valor. Es importante que los recursos asignados a los proyectos se utilicen con eficiencia y que la promesa de valor de cada proyecto se cumple según lo planeado.

⁴ IBBS, William, KWAK Young H., *Assessing Project Management Maturity*. Project Management Institute Vol. 31, No. 1, 2000

En este contexto se menciona la necesidad de crear un sistema de gestión de proyectos en actividades de Exploración, basado en normas, mejores prácticas del sector y la definición de las tareas a lograr un proceso de mejora continua. La implementación del sistema de gestión propuesto para las actividades de exploración, mostro grandes beneficios, como se evidencio en las mediciones sistemáticas del Front End Loading identificada con la sigla FEL o medición del grado de madurez de un proyecto en las diferentes fases durante 5 años consecutivos.

En este trabajo se presenta una relación de las medidas de FEL pozos exploratorios desde 2006 a 2010 y su correspondiente análisis teniendo en cuenta la sostenibilidad de la aplicación del modelo en el tiempo, los beneficios en términos de tiempo, costos y caracterización que determina la medida del índice de FEL.⁵

- ✓ De acuerdo con el texto *Some Approaches In Managing R&D In The Oil And Gas Production Industry*, la Gestión de I+D en la industria de petróleo y gas se enfrenta a nuevos retos en el entorno empresarial competitivo de hoy. Se ha llegado a ser popular en algunos círculos viendo la tecnología como una mercancía que se puede comprar. Desde esta perspectiva, no hay necesidad de asumir el riesgo y el coste de la I+D.

Otros siguen considerando I+D como un medio que pueden conducir a oportunidades de crecimiento y como un elemento importante para la competitividad. Estas empresas están dispuestas a seguir invirtiendo en I+D, y a trabajar más duro que nunca en la gestión de estas inversiones.

⁵ GARCIA, L.F NARANJO, J.S. Results of the Implementation of the Project Management System: Towards a Competitive Quality Model, Ecopetrol S.A. SPE LatinAmerica and Caribbean Petroleum Engineering Conference 2012.

La asignación de los recursos, debe ser más selectiva que en el pasado. Los proyectos deben ser gestionados como componentes de una cartera de inversiones, diferenciados por las actividades de negocio que apoyan y ser calificadas por su valor/costo y la alineación del negocio. La capacidad de innovar y desarrollar debe ser complementada por la capacidad de la fuente, integrar y aplicar tecnologías de origen externo.⁶

- ✓ Para la conferencia de Shell en el año 2005 se presentó el trabajo Deepwater Project Management Strategies and Models Off shore Technology. De allí se puede extraer una variedad de modelos de gestión de proyectos y estrategias se pueden utilizar para proyectos en aguas profundas y la selección de qué modelo es el más adecuado para un proyecto es fundamental para el éxito del mismo o de la empresa.

La estrategia de ejecución del proyecto y el modelo de gestión debe ser diseñado y planificado sobre la base de las características y atributos del proyecto, tales como: país o restricciones de área de contratación, la experiencia del proyecto anterior de alcance similar, el nivel de definición del alcance del proyecto, las capacidades y la experiencia de los contratistas disponibles, el uso de las nuevas tecnologías, requisitos de contenido local, y otros riesgos únicos o incertidumbres.⁷

- ✓ ROGLINGER, en el documento Maturity Models In Business Process Management, confirma que los modelos de madurez son un enfoque para mejorar los procesos de una empresa. En este trabajo se pretende proporcionar una sistemática y profunda revisión de los modelos de madurez.

⁶ SHU, W. R. Some Approaches In Managing R&D In The Oil And Gas Production Industry. Mobil E&P Technical Center, Mobil Technology Company. Dallas, Texas, USA.

⁷ DORGANT, P. STINGL K. Deepwater Project Management Strategies and Models Off shore Technology Conference Shell Intl. E&P Inc. 2005.

El documento analiza una muestra de diez modelos de madurez de acuerdo con un marco de diseño. El marco se centra especialmente en la aplicabilidad y utilidad de los modelos de madurez.

Los modelos de madurez analizados tienen en cuenta los principios básicos de diseño, así como un propósito descriptivo de uso. Así, los modelos de madurez facilitan una orientación limitada para la identificación del nivel de madurez y para la aplicación de medidas de mejora.

Los autores confían, que esta revisión se refiere a la mayoría de los modelos de madurez de acceso público pero como el número de modelos de madurez parece estar en constante crecimiento, difícilmente se puede garantizar. Los resultados del estudio estimulan la investigación futura y proporcionan orientación para los académicos y los profesionales involucrados en el diseño, mejora o aplicación de modelos de maduración.⁸

- ✓ El documento *Mixing Methods in Innovation Research: Studying the Process-Culture-Link in Innovation Management* presenta las dos tendencias en la gestión de la innovación que influyeron en su análisis: La primera tendencia muestra un aumento en el intento de los directores por utilizar procesos lineales de innovación derivados de la literatura y de la práctica. La segunda tendencia es la creciente aceptación de las dinámicas creadas en una "cultura de innovación", como uno de los principales impulsores de la innovación. Ambos enfoques contrastan parcialmente entre sí.

⁸ ROGLINGER, Maximilian. Maturity Models In Business Process Management. FIM Research Center Finance and Information Management European Research Center for Information Systems, University of Munster, Munster, Germany Business Process Management Journal Vol. 18 No. 2, 2012

La revisión de la literatura evidencia que los estudios que explican la relación entre la cultura de la innovación y gestión de proyectos de innovación son poco frecuentes. Este eslabón perdido entre el diseño de la innovación de procesos y cultura de la innovación en la empresa proporciona un marco teórico importante para el desarrollo de este.

Detrás de los escenarios que se estudian sobre la gestión de la innovación, se aprecia una diferencia metodológica existente entre la investigación de las culturas de innovación y su impacto en los procesos de innovación de una organización. Por lo tanto, se aplicó una mezcla metodológica de entrevistas centradas en el problema, análisis estructural y análisis del contexto para estudiar el fenómeno. Se realiza un estudio basado en entrevistas (caso empresa de telecomunicaciones suiza).

De estas metodologías se creó un paisaje temático que comprende temas relacionales de la dinámica de la innovación dentro de un proyecto de innovación en la empresa (un año de duración) y se describen brevemente cada tema. El principal hallazgo del estudio es la dinámica de roles en el modelo que los administradores de la innovación en las empresas de servicios grandes tienen que aplicar para tener éxito en su labor de gestión de la innovación. Por lo tanto, la mezcla metodológica demuestra ser útil, a pesar de algunas deficiencias que quedan por resolver en el futuro.⁹

- ✓ El artículo *Organizational Learning Through Post-Project* describe que las evaluaciones *ex post* de proyectos son una oportunidad para mejorar sistemáticamente el desempeño en proyectos posteriores. Sin embargo, una

⁹ MEISSNER, Jens O, SPRENGER, Martin. Mixing Methods in Innovation Research: Studying the Process-Culture-Link in Innovation Management FORUM: QUALITATIVE SOCIAL RESEARCH SOZIALFORSCHUNG. Volumen 11, No. 3, September 2010

encuesta revela que sólo uno de cada cinco proyectos I + D recibe una revisión posterior al proyecto.

Las evaluaciones expost de Proyectos, están típicamente limitadas por la falta de tiempo y atención, así como la falta de interés personal y capacidad. Estas evaluaciones se centran principalmente en la producción técnica y medidas burocráticas relacionadas con los procesos, factores tales como la gestión de proyectos rara vez se discute.

En este artículo se revisa el papel de las reuniones posteriores al proyecto como una herramienta para mejorar el aprendizaje organizacional a nivel de grupo, sobre la base de 27 entrevistas en profundidad con directivos de I + D llevados a cabo entre 1997 y 2001, se han clasificado cuatro tipos de impedimentos de aprendizaje. Estas dificultades no se resuelven fácilmente, como se ilustra con ejemplos de Hewlett-Packard, DaimlerChrysler, SAP, Unisys, el Ejército de los EE.UU., y otros. Se proponen cinco niveles post-proyecto, la identificación de algunas de las capacidades clave que deben estar en su lugar con el fin de avanzar al nivel siguiente del proceso de maduración. La mayoría de las empresas reside en el nivel de madurez primero o segundo. La conclusión planteada es que muchas empresas regalan un gran potencial para la creación de competencias al descuidar los proyectos post-exámenes como una herramienta sistemática para el aprendizaje entre proyectos.¹⁰

El artículo The Project Management Maturity Model describe un modelo de cinco niveles de madurez de gestión de proyectos que se puede utilizar como una herramienta de evaluación estructurada para medir la capacidad que tiene una empresa para gestión de proyectos.¹¹

¹⁰ ZEDTWITZ, Maximilian. Organizational Learning Through Post-Project. Reviews In R&D. R&D Management 32, 3. Blackwell Publishers Ltd 2002.

¹¹ CRAWFORD J. Kent. The Project Management Maturity Model. ISM Journal. 2006

- ✓ El documento Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model, describe la relación directa existente entre la planeación estratégica y la gestión de proyectos. Asimismo detalla la gestión de proyectos al interior de un modelo de madurez (PMMM), el cual ha proporcionado a las organizaciones una guía general sobre cómo llevar a cabo la planificación estratégica para la gestión de proyectos. Los diferentes niveles o etapas de desarrollo para lograr la madurez en la gestión de proyectos, y los instrumentos de evaluación que pueden ser utilizados para validarla y cómo estos pueden ser personalizados para cada empresa.¹²

- ✓ El libro The Smart Organization. Creating Value Through Strategic R&D menciona en detalle cómo se debe gestionar un portafolio estratégico de Investigación y Desarrollo. La relación que existe en la toma de decisiones entre la expectativa comercial o el valor presente neto del caso existo y la probabilidad de ocurrencia del caso éxito con la investigación. También, hace referencia al uso de la matriz de expectativa acumulada para seleccionar y direccionar el recurso a los proyectos de mayor impacto para las compañías para maximizar el valor.¹³

- ✓ También, es importante para este trabajo de tesis considerar las normas de gestión de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) desarrolladas por el ICONTEC en Colombia. Esta norma es una guía que facilita la sistematización de las actividades de I+D+I en las organizaciones, con el fin de presentar una administración organizada y claramente representada ante los entes internos y

¹² KERZNER, Harold. Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model Book 2005

¹³ MATHESON, David. The Smart Organization. Creating Value Through Strategic R&D, Harvard Business School Book. 1998

externos, por lo tanto, la norma tiene en cuenta desde los portafolios de proyectos que se crean en dicho campo, hasta la terminología usada en el mismo, incluyendo la sugerencia de una adecuada presentación de dichos proyectos, teniendo cuidado con no afectar la creatividad y el trabajo de los investigadores.¹⁴

Es importante mencionar que una vez revisado el marco teórico se puede concluir la importancia de identificar y caracterizar muy bien las ideas, entre ideas relacionadas con proyectos de Investigación básica, desarrollo de producto y desarrollo tecnología, todas estas dentro del marco de crecimiento de una compañía. Lo anterior, permitirá establecer la mejor ruta de entregables de maduración. Por ejemplo, para ideas caracterizadas como de desarrollo de producto se identifica la aplicación de lo propuesto por COOPER, Robert G., y las ideas relacionadas con desarrollo de tecnología se propone la utilización del modelo TRL creado por U.S DEPARTMENT OF ENERGY. Estos modelos manejan un esquema similar de etapas o compuertas de definición, ajustándose a las políticas internas de la Compañía respecto de avanzar en proyectos que pasen por decisiones de acuerdo a su definición o madurez. A continuación, Tabla 1, con resumen de las fortalezas centrales de cada metodología y la aplicación recomendada para cada tipo de proyecto de I+D desarrollado en el presente trabajo.

Tabla1. Metodologías, Tipos y Fortaleza Teórica

Metodología	Investigación	Desarrollo de Producto	Desarrollo Tecnológico	Fortalezas
Robert Cooper, Stage Gate	0	1	0	Considera variables de mercado y la importancia del lanzamiento del producto
Departamento de Energía USA, TRL	0	0	1	Considera el desarrollo de concepto y verificación de la tecnología concentrando su esfuerzo en las variables de proceso
Metodo Cientifico	1	0	0	Permite mantener el foco de investigación y es la mejor ruta para llevar la investigación básica a aplicada

¹⁴ ICONTEC. Normas de gestión de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Serie NTC 5800. 2009.

Para el desarrollo de la propuesta se considera como modelo teórico en los proyectos de investigación la aplicación del método científico, no obstante se debe esquematizar su aplicación por etapas para guardar cierta homogeneidad con las prácticas propuestas para desarrollo de producto y desarrollo de tecnología. Las inversiones relacionadas con infraestructura se propone sigan siendo maduradas de conformidad con el modelo actual de Ecopetrol, dado que su orientación se relaciona directamente con la construcción de infraestructura que hoy es su origen.

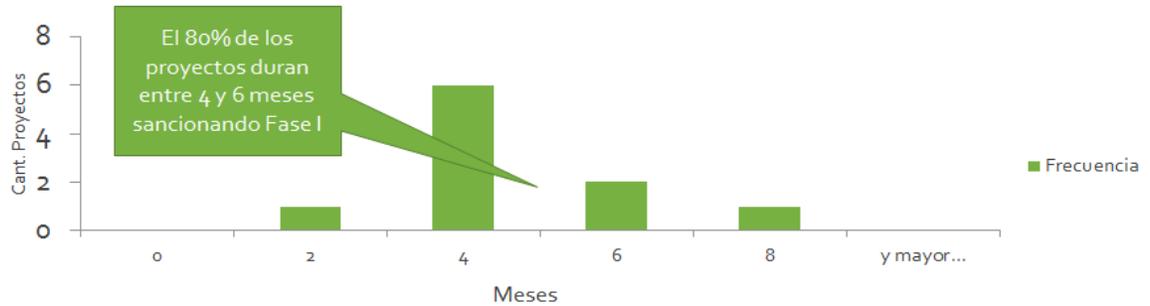
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PROYECTOS

Para realizar el análisis estadístico se tomó una muestra de 10 proyectos de Investigación y Desarrollo adelantados a la fecha en algunas de sus fases, que cuentan con la información suficiente que permite acceder a la evidencia específica de las fases, del archivo físico documental. Estos proyectos se relacionan en el Anexo B. La información tomada para este análisis obedece a los Documentos Soporte de la Decisión y Memorandos de Cambio realizados durante la vida de los proyectos. Específicamente se detallaron los costos requeridos para adelantar cada fase y la duración de la fase para determinar a través de estadística descriptiva el comportamiento de dichas variables. El análisis considera los tiempos dedicados así como los costos incurridos para adelantar actividades como adquisición de información, generación de conocimiento, procesamiento y análisis de la información, generación de entregables asociados a las diferentes fases, mediante la utilización de recurso directo de Ecopetrol o personal tercerizado bajo contratación o convenios y la adquisición, adaptación o desarrollo de tecnología. Con esto se obtendrán los productos tecnológicos que permiten dar solución a los retos tecnológicos de la compañía para la Exploración y Explotación eficiente de los recursos energéticos de la compañía.

4.1 IMPACTO EN TIEMPO

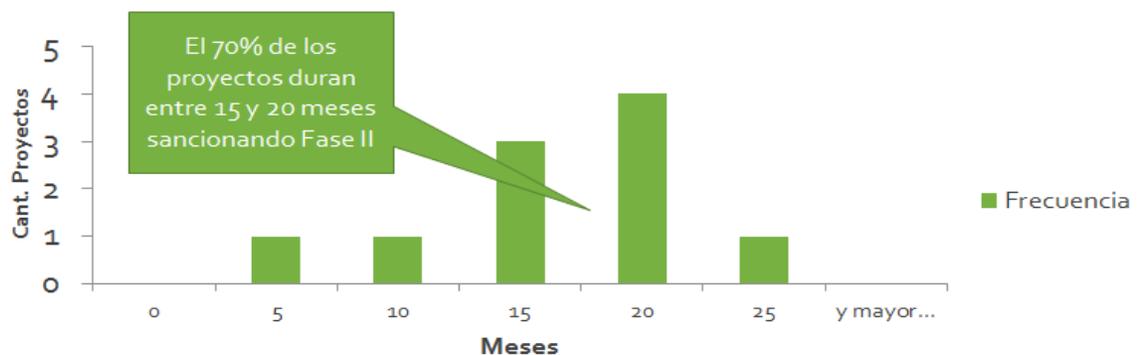
Con el modelo actual, en la Fase 1 correspondiente a la identificación de la oportunidad se puede establecer que la media aritmética es 4 meses de duración y una desviación estándar de 1.75 con un sesgo a la derecha observando algunos proyectos que tardaron en la identificación clara de la oportunidad alrededor de 8 meses. También podemos interpretar que el 80% de los proyectos tardan entre 4 y 6 meses.

Grafica 6. Duración Fase 1



En la fase 2 del modelo de maduración correspondiente a la evaluación de alternativas y conceptualización de la oportunidad se puede establecer que la media aritmética es 14 meses de duración y una desviación estándar de 6.22 generando con ello una mayor dispersión respecto de los datos de la Fase 1 y con un sesgo a la izquierda observando algunos proyectos que tardaron en la evaluación de alternativas y conceptualización de la oportunidad tan solo 5 meses. También podemos interpretar que el 70% de los proyectos tardan entre 15 y 20 meses.

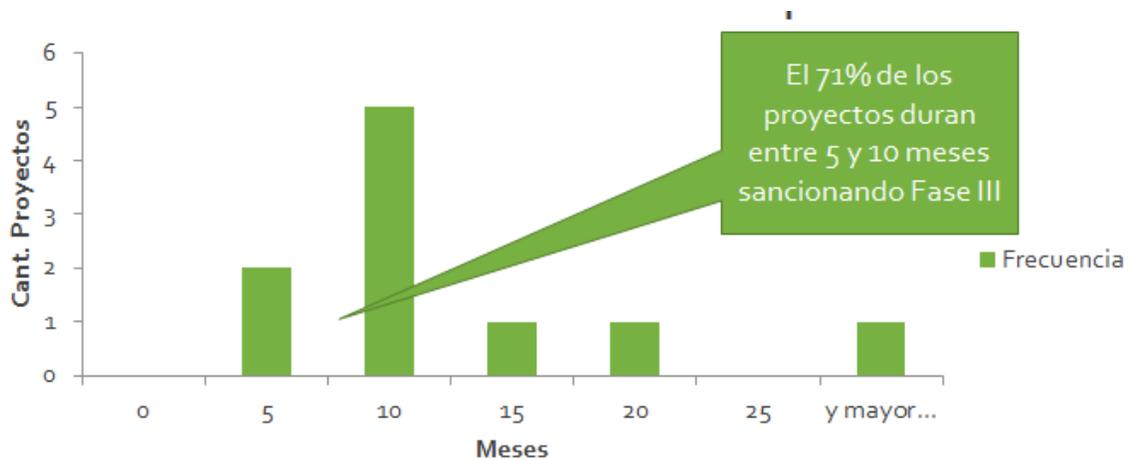
Grafica 7. Duración Fase 2



En la fase 3 del modelo de maduración correspondiente a la definición de la oportunidad se puede establecer que la media aritmética es 11 meses de duración

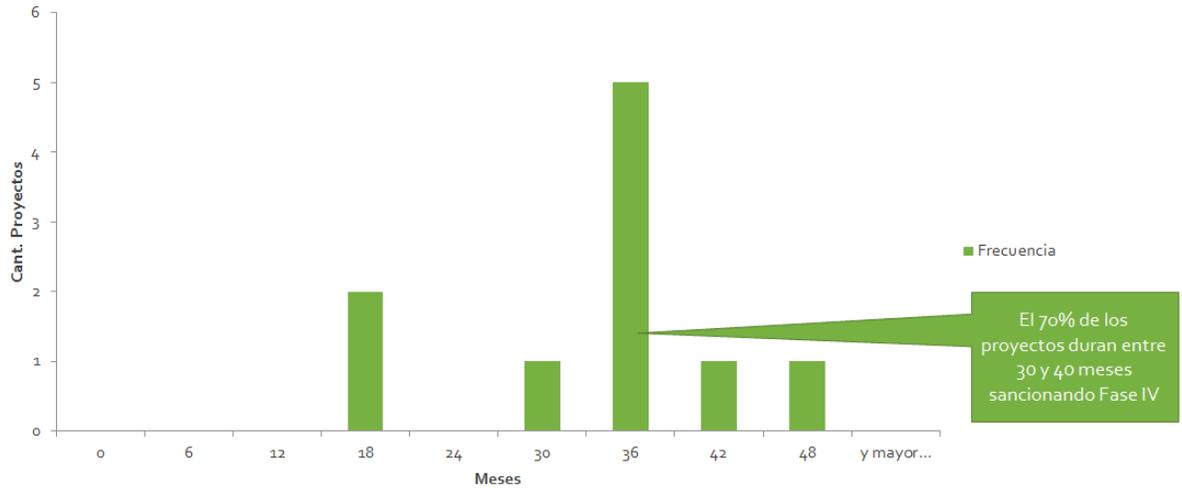
y una desviación estándar de 7.10 generando con ello una aun mayor dispersión respecto de los datos de la Fase 1 y 2 y con un sesgo similar a la fase I a la derecha observando algunos proyectos que tardaron en la construcción de entregables para definir correctamente la oportunidad y recibir la sanción de proyecto más de 20 meses. También podemos interpretar que el 71% de los proyectos tardan entre 5 y 10 meses.

Grafica 8. Duración Fase 3



Una vez superada la definición de la oportunidad se sanciona el proyecto y se adelanta la fase 4 de ejecución del proyecto. Los datos nos confirman una media aritmética para esta fase de 31 meses de duración y una desviación estándar de 9.79 generando con ello una aun mayor dispersión respecto de los datos de la Fase 1, 2 y 3 y con un sesgo similar a la fase I a la derecha observando algunos proyectos que tardaron en la identificación clara de la oportunidad más de 20 meses. También podemos interpretar que el 70% de los proyectos duran entre 30 y 40 meses.

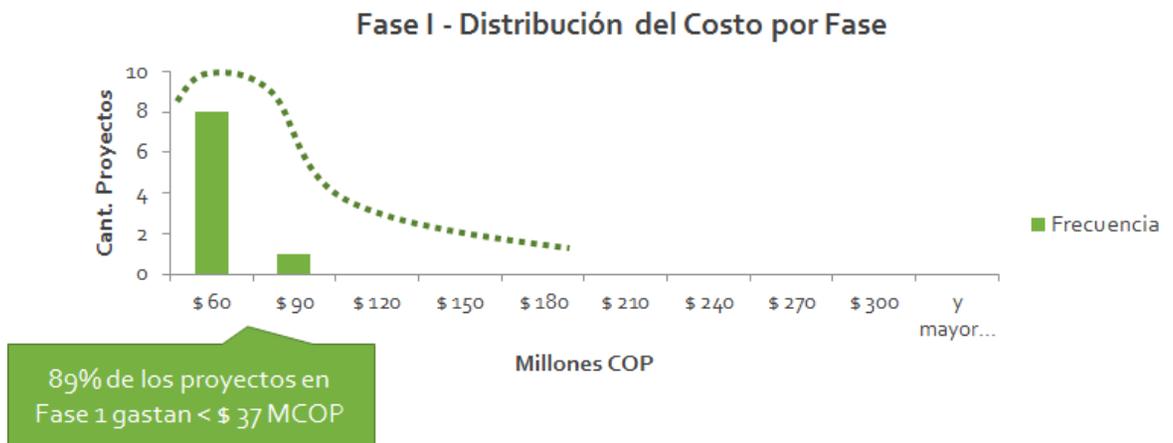
Grafica 9. Duración Fase 4



4.2 IMPACTO EN COSTOS

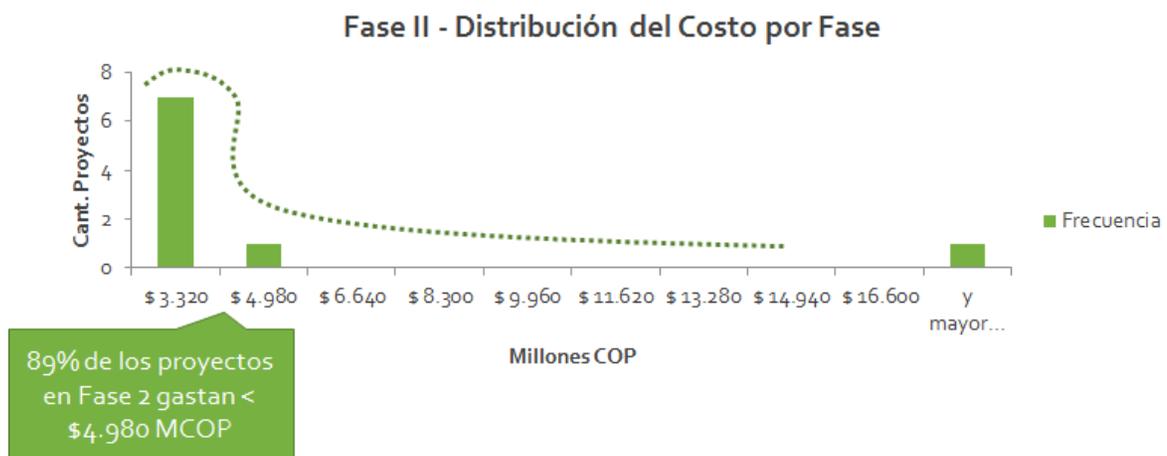
En la fase 1 del modelo de maduración correspondiente a la identificación de la oportunidad se puede establecer que la media aritmética es 37 MCOP – Millones de Pesos Colombianos y una desviación estándar de 94.1. Podemos interpretar que el 89% de los proyectos gastan menos de 37 MCOP.

Grafica 10. Costo Fase 1



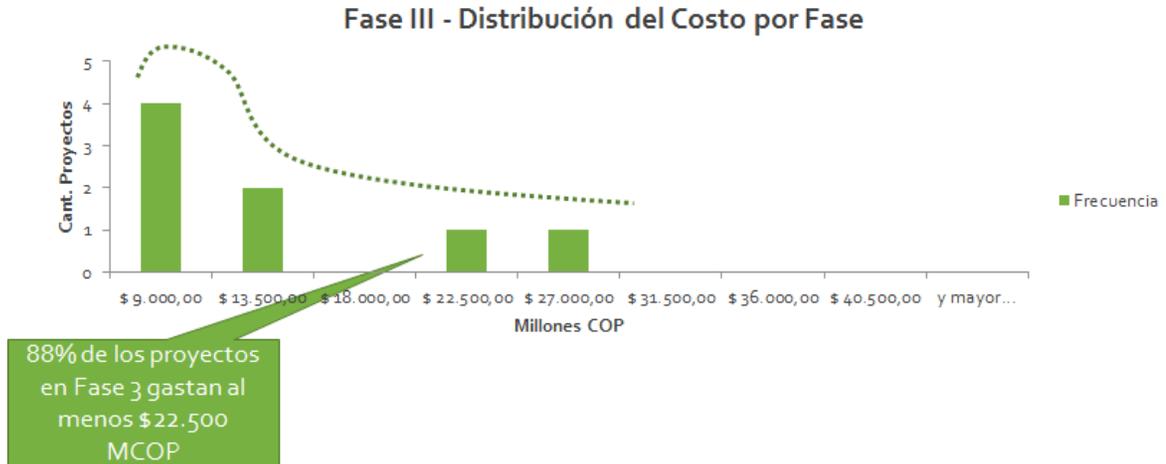
En la fase 2 del modelo de maduración correspondiente a la evaluación de alternativas y conceptualización de la oportunidad se puede establecer que la media aritmética es 3,927 MCOP y una desviación estándar de 5,350 con un sesgo a la derecha observando que el Proyecto VIN - ICP - TECNOLOGIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ARENAS BITUMINOSAS EN COLOMBIA genero un gasto de alrededor de 18,000 MCOP en la evaluación de alternativas y conceptualización de la oportunidad generando con esto un dato con una desviación desproporcionada y que amerita ser tenido en cuenta en el análisis de causas de desviación. También podemos interpretar que el 89% de los proyectos gastan como máximo 4,980 MCOP.

Grafica 11. Costo Fase 2



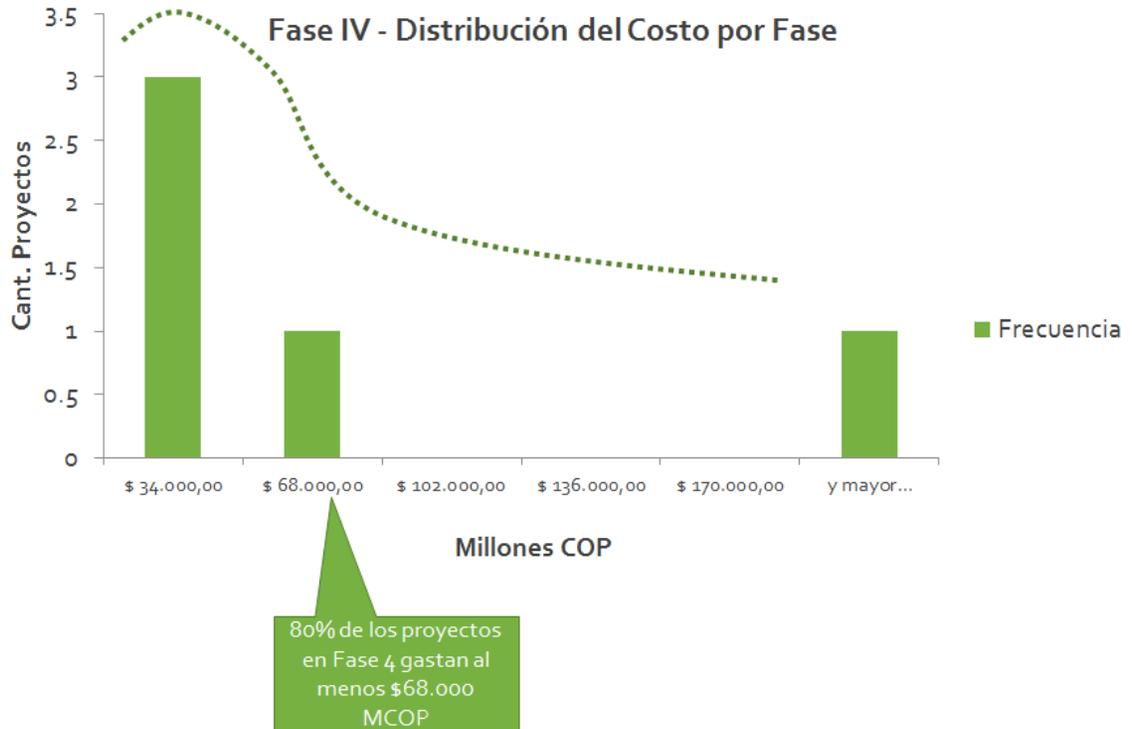
En la fase 3 del modelo de maduración correspondiente a la definición de la oportunidad se puede establecer que la media aritmética es 12,353 MCOP en costos y una desviación estándar de 12,900. Un sesgo similar a la fase I y II a la derecha observando algunos proyectos que se desvían sustancialmente de la media y que seguramente hacen que esta se desplace a la derecha los costos de la construcción de entregables para definir correctamente la oportunidad y recibir la sanción de proyecto. También podemos interpretar que el 88% de los proyectos gastan como máximo 22,500 MCOP.

Grafica 12. Costo Fase 3



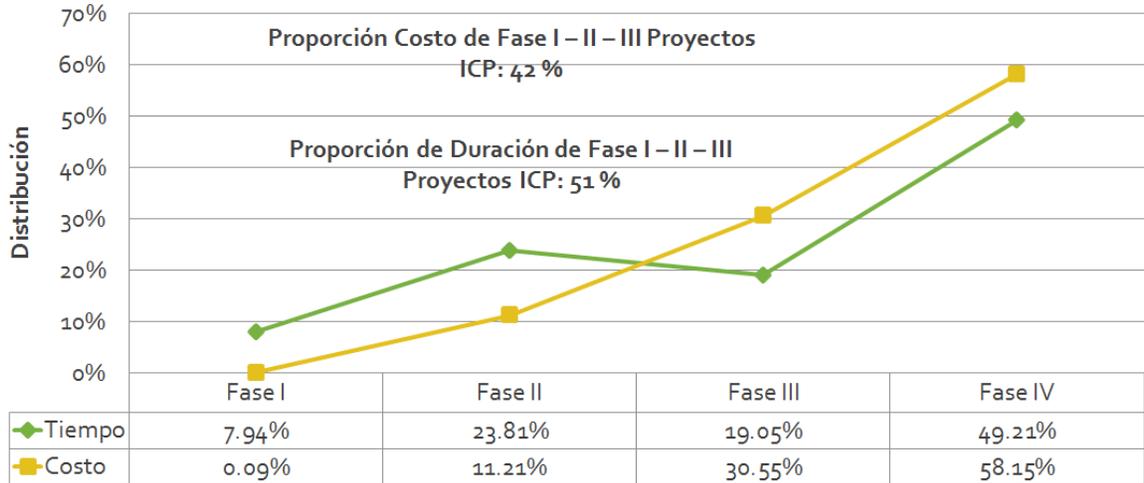
Una vez superada la definición de la oportunidad se sanciona el proyecto y se adelanta la fase 4 de ejecución del proyecto. Los datos nos confirman una media aritmética para esta fase de 28,107 MCOP en costos y una desviación estándar de 54,180 generando con ello una aun mayor dispersión respecto de los datos de la Fase 1, 2 y 3 y con un sesgo similar a la fase I a la derecha observando algunos proyectos que gastaron en la ejecución del proyecto más de 150,000 MCOP. También podemos interpretar que el 80% de los proyectos gastan como máximo 68,000 MCOP.

Grafica 13. Costo Fase 4



Una vez procesado los datos y tomando como base la media aritmética como medida de tendencia central, encontramos que en el Instituto Colombiano del Petróleo invirtió en tiempo el 51% durante el proceso de definición del proyecto que incluye las fases 1, 2 y 3 equivalente a 30 meses y dedico el 49% a ejecutar el proyecto. La duración total de un proyecto es alrededor de 60 meses. De igual forma gasto en recursos financieros el 42% equivalente a 16,317 MCOP durante estas fases de definición y una vez sancionado el remanente de 58% para un total de 44,424 MCOP que en promedio cuesta un proyecto de Investigación y Desarrollo.

Grafica 14. Distribución en Fases Costo y Tiempo



El resultado de este ejercicio conlleva a preguntarnos sobre el rol del tomador de decisión a la altura del comité de fase 3 donde se sanciona el proyecto. Para ese instante ya se han ejecutado el 42 % de los recursos situación que genera una máxima presión por darle continuidad al proyecto, dado el nivel de inversión de la fase de definición del proyecto. Si se comparan los datos de ECP con los de la industria según The IPA Institute, el promedio de la industria se encuentra que la inversión debería estar alrededor del 20% del valor del proyecto, lo cual considera una desviación de un 22% con la industria en los proyectos de I+D de ECP. Lo anterior, en razón principalmente a un crecimiento sostenido en el grado de complejidad de los documentos entregables y la tendencia avanzar anticipadamente en el proyecto realizando actividades que deberían ejecutarse en la fase 4, pasando por encima de las buenas prácticas de proyectos y los requisitos del modelo de maduración existente. Cuando se detalla el modelo de maduración existente es difícil ajustar la particularidad de Investigar y Desarrollar Tecnología con el desarrollo de ingenierías conceptuales, básicas y detalle, conceptos muy utilizados en la rama de ingeniería, pero que no son muy comprensibles en investigación y que de alguna manera invita adelantar mayores esfuerzos de los requeridos para realizar investigación, desarrollar tecnología y/o

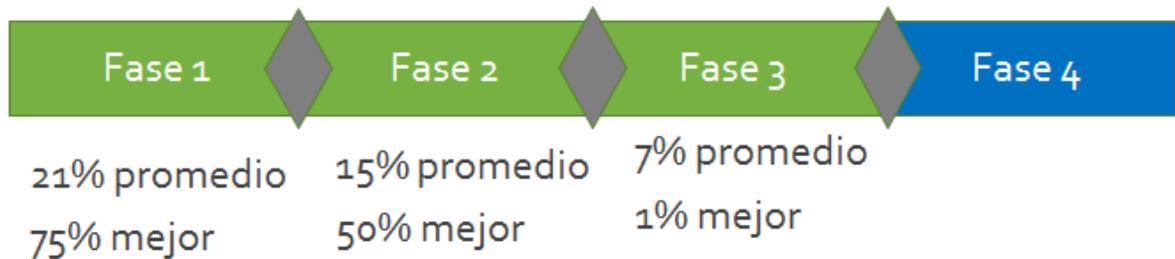
producto. Esto demanda gran cantidad de recursos en las fases de definición por contratación de consultores y servicios, compra de equipos para pruebas de laboratorio y hasta trabajo de campo. La mejor practica invita a que exista mayor participación del propietario del proyecto, es decir para el caso los funcionarios de ECP deben participar activamente en las fases iniciales del proyecto, porque allí se asegura efectivamente el Qué y el Cómo del proyecto, y esto necesariamente se traduce en costos en su mayoría asociados a Horas-Hombre directas y menos a personal contratado.

En cuanto a tiempos, se observa que dado el nivel de entendimiento de los conceptos de ingeniería y su adaptación a las particularidades de Investigación y Desarrollo y la tendencia a contratación de recurso externo en las primeras fases de maduración, la optimización del cronograma queda limitado a la oportunidad de los procesos contractuales que demandan tiempos largos enmarcados en el manual de contratación de Ecopetrol S.A. Adicionalmente, los tiempos de interrelación con las dependencias encargadas de entregar los recursos financieros y de personal, aprobar los entregables, así como las revisiones de expertos técnicos y generación de comités de aprobación, disparan la estimación de la programación.

Adicionalmente, se observa que el 100% de los proyectos atravesaron sus fases de maduración y no existió filtro perdiendo la oportunidad de cancelar proyectos que a lo mejor no son viables. Se deben aprovechar las fases para realizar una revisión clara del alcance del proyecto, del programa del costo y asegurar la continuidad del proyecto alienado con la estrategia de la organización y con la promesa de valor. El modelo por fases provee disciplina en el manejo de capital manteniendo el costo efectividad de sus proyectos. El promedio y el mejor de la industria según el The IPA Institute se presenta en la gráfica 15. Es decir que el mejor de la industria frena el 75% de sus proyectos en la compuerta de Fase 1 y el promedio de la industria tan solo el 21%. De igual forma el 50% de los proyectos

que pasaron a Fase 2 el mejor de la industria los suspende o no permite que continúen y el promedio de la industria un 15% y así sucesivamente.

Grafica 15. Comportamiento en las Fases



Fuente: The IPA Institute

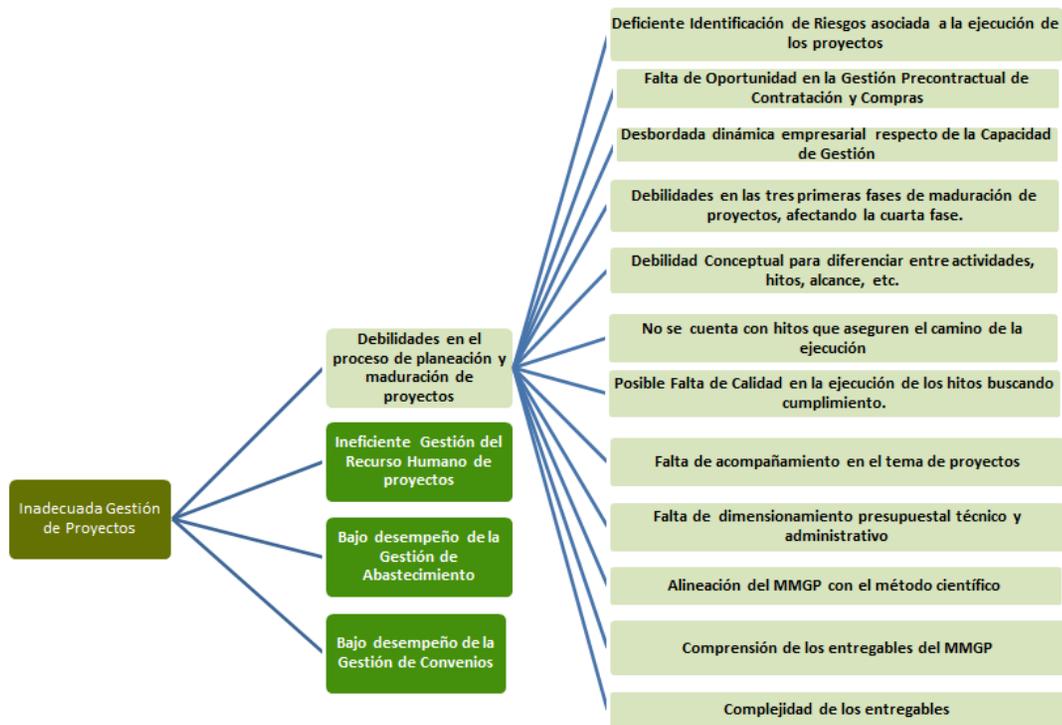
En este capítulo, podemos concluir que ECP está tardando mucho más tiempo del que debiera consumir en la fases de definición del proyecto, también que está utilizando mucho más recurso, por adelantar actividades que no corresponden a las fases y la dependencia de personal externo y que el modelo de maduración no está cumpliendo el rol de filtrar a través de las fases los proyectos de tal forma que se asegure la promesa de valor de su portafolio efectivamente. Considerando entonces, que la hipótesis de que una de las causas de este desempeño obedece a la metodología de fases utilizada, los tiempos y costos actuales nos permiten confirmar que existirían oportunidades de mejora alrededor del proceso por fases.

5. ANÁLISIS DE CAUSAS

Con el objeto de establecer y documentar efectivamente las razones por las cuales los líderes de proyecto y sus equipos no están obteniendo resultados satisfactorios en oportunidad y costo para la organización en el proceso de gestionar los proyectos, se consideró la necesidad de realizar un ejercicio descriptivo de análisis de causas.

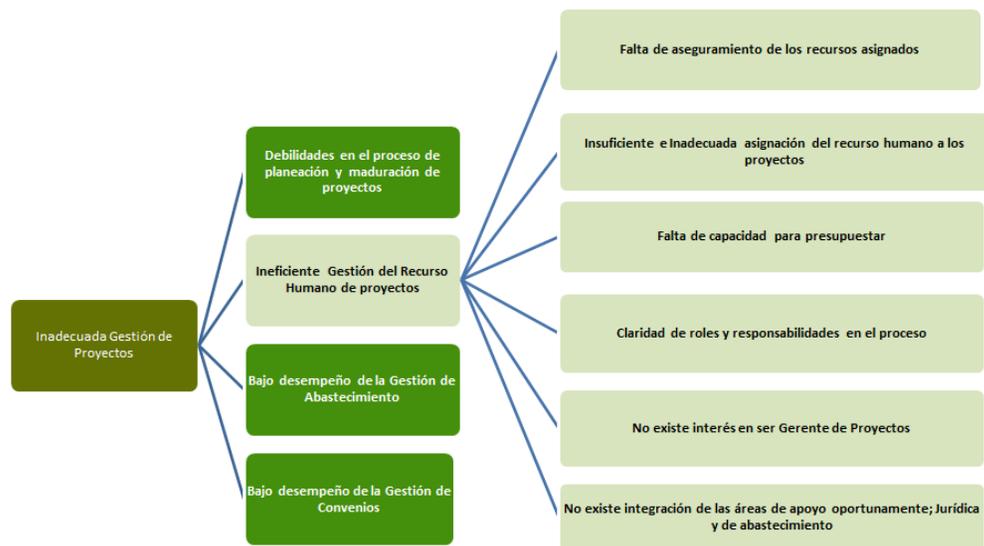
En la lluvia de ideas se consolidaron como causas fundamentales las debilidades del proceso de planeación y maduración de proyectos, la ineficiente gestión de recurso humano para los equipos de proyectos, el bajo desempeño de la gestión de abastecimiento de los proyectos y la baja efectividad en la generación de convenios de ciencia y tecnología que apalancan conseguir los resultados.

Grafica 16. Debilidades en el proceso de planeación



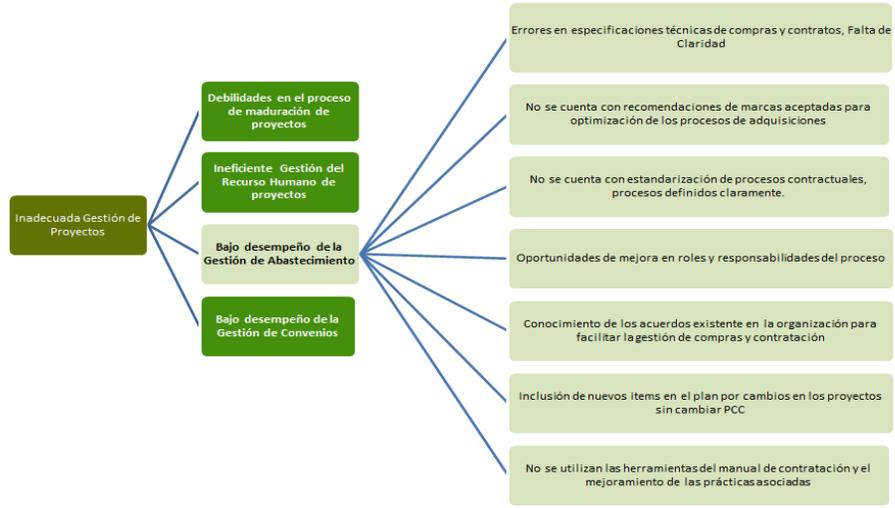
En el ejercicio asociado a la primera de las 4 causas principales asociadas a una inadecuada gestión de proyectos se confirman los problemas directos de la metodología utilizadas para adelantar las fases y el nivel de identificación del personal de investigación con los entregables de esta en cada etapa, así como la baja aplicación de mejores prácticas en tiempos, costos, manejo del alcance y gestión de riesgos.

Gráfica 17. Debilidades en la Gestión del Recurso Humano



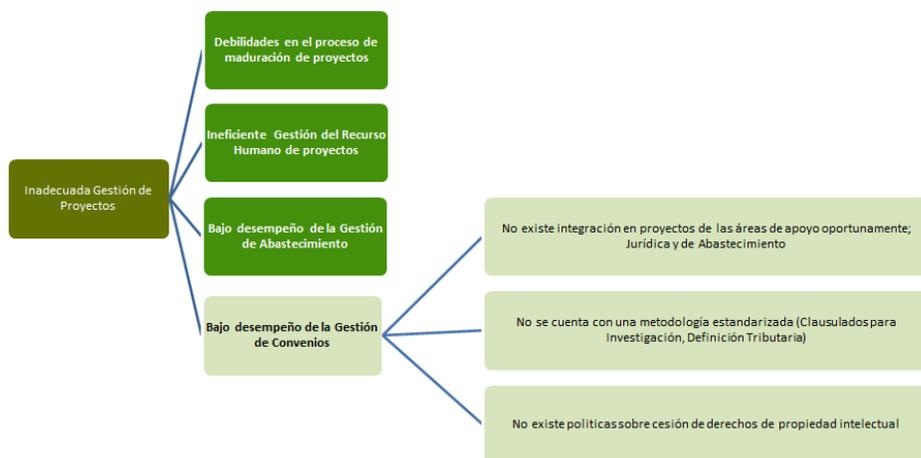
En cuanto al recurso humano se identifican nuevamente fallas en la definición del proyecto en cuanto a incorporación del equipo del proyecto, su adecuada gestión y crecimiento, así como la interrelación con las dependencias funcionales que soportan el proyecto. Todas estas podrían ser subsanables con una adecuada planeación durante las fases del proyecto y exigen asegurar metodológicamente los pasos durante la definición del proyecto.

Grafica 18. Debilidades en la Gestión de Abastecimiento



Respecto de Gestión de abastecimiento, estas no guardan una relación directa con el proceso de maduración y dependen mucho más de asegurar un proceso claro y efectivo en materia de contratación tanto en sus aspectos precontractuales como contractuales, así como el adquirir las competencias para garantizar la calidad en los procesos.

Grafica 19. Debilidades en la Gestión de Convenios



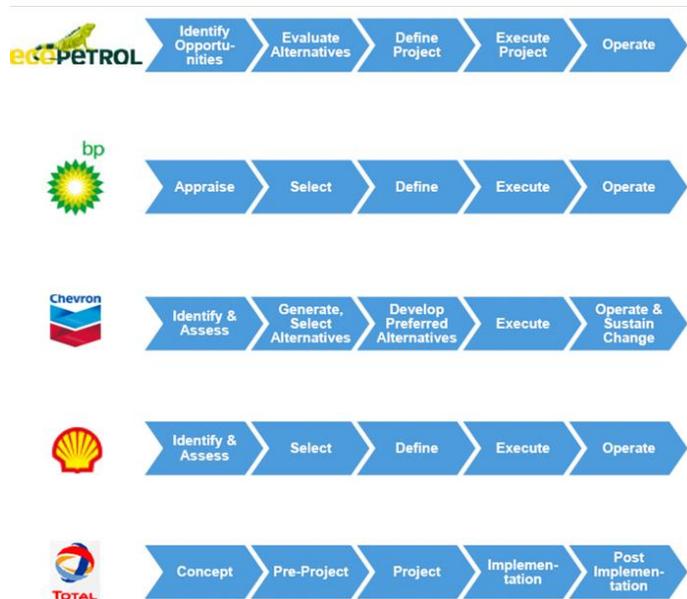
La última de las causas que impactan sustancialmente la gestión de proyectos obedece también a una relacionada con los procesos de abastecimiento de un proyecto como es la necesidad de establecer relaciones contractuales con terceros bajo la modalidad de convenio, que pasan por razones similares a las de la tercera causa y no tienen una relación directa con el Procesos de Maduración de Proyectos.

En resumen, tendríamos que 28 de las causas identificadas se reúnen en 4 procesos principales que afectan la gestión y que el 64% de ellas guardan una relación directa con la aplicación de un modelo por fases para la gestión de proyectos.

6. MODELO ACTUAL – MODELO DE MADURACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS MMGP

Las compañías se preocupan por ser efectivas en el uso de capital, pues solo 1 de cada 6 proyectos reúnen todos los objetivos establecidos tempranamente en el proyecto y tan solo 1 de 10 proyectos son excelentes en costos, oportunidad y desempeño operacional de acuerdo al The IPA Institute. Muchos sistemas de proyectos de la industria utilizan compuertas o fases para asegurar efectivamente sus decisiones seleccionando con ello las mejores oportunidades de negocio, la forma de invertir para reunir mejor la oportunidad y definir el proyecto más efectivo para emplear el capital. Al final se espera tener un proyecto operando bien, disponible para cuando el negocio lo necesita y a un costo competitivo. Estos sistemas por etapas son comunes en las empresas del sector, a continuación una comparación de Ecopetrol con algunas compañías del sector.

Grafica 20. Comparación de Modelos por Etapas



Fuente: Dirección de Proyectos de ECP

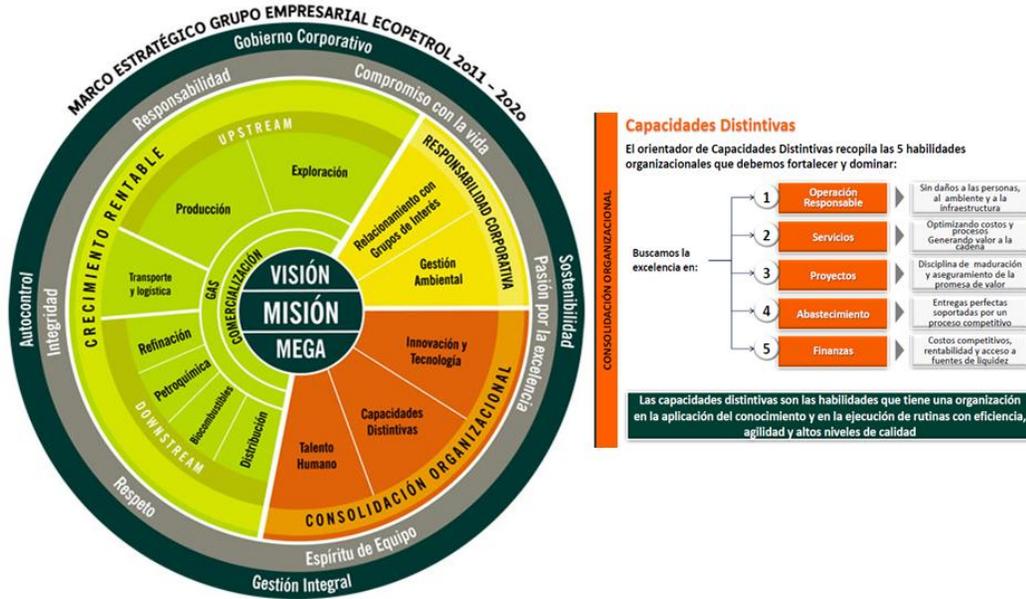
Ecopetrol, como se puede observar no se apartó de estas convenciones y determino un enfoque en la aplicación del modelo por etapas así:

- Mecanismo de aseguramiento del uso efectivo del capital.
- Incorporación de Gestión de Programas y articulación con Gestión de Proyectos.
- Alineamiento de Gestión de Portafolio y Gestión de Proyectos.
- Modelo integral y único en la organización aplicable en proyectos Orgánicos (Infraestructura, Investigación y Desarrollo, y Campañas de Desarrollo) y de Consolidación Organizacional.
- Generación de instancias de validación con enfoque técnico y económico

La disciplina de madurar y gestionar proyectos para asegurar la promesa de valor de sus proyectos debe ser una capacidad distintiva para consolidar la organización en la búsqueda del cumplimiento de su misión, visión y sus metas, tal cual lo declara su marco estratégico.

Grafica 21. Marco Estratégico. Fuente: ECP

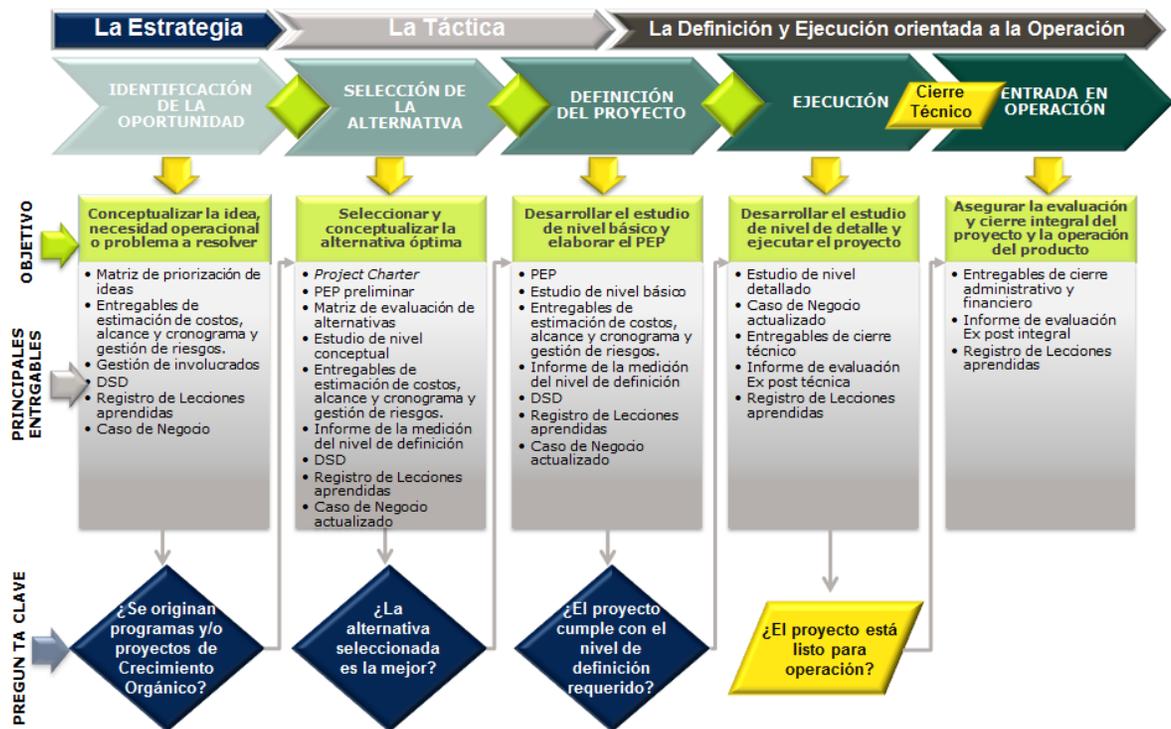
Marco Estratégico 2011 - 2020



El modelo por etapas adoptado por Ecopetrol S.A es el siguiente “Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos” y es un estándar de Ecopetrol S.A. que describe cómo se realiza una gerencia de proyectos de capital de clase mundial y cómo esto conlleva a su uso óptimo.

En otras palabras, es el estándar que sirve para seleccionar y garantizar inversiones de alto rendimiento, a través de un sistema de decisiones y asegurando la adecuada ejecución de las mismas.

Grafica 22. Esquema Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos – MMGP. Fuente: Dirección de Proyectos, ECP.



Durante la primera etapa se busca conceptualizar la idea o necesidad operacional o problema a resolver y para esto es clave lo siguiente:

- Generación y registro de ideas
- Definición del programa o tipo de proyecto (orgánico o consolidación organizacional) que origina la idea
- Elaboración y validación del Caso de negocio alineado con el Marco estratégico y el Plan de Negocios

Las actividades que más demandan recurso en esta fase es la Maduración de entregables, concentrados principalmente en Generación y registro de ideas, Caso de Negocio, Conformación del equipo de trabajo y Gestión de involucrados. De

cada fase queda un Documento Soporte de la Decisión que en adelante llamaremos DSD.

Durante la segunda etapa se busca seleccionar la alternativa óptima y conceptualizarla y para esto se debe trabajar en los siguientes entregables:

- Project Charter o Acta de Constitución del Proyecto
- PEP o Plan de Ejecución del Proyecto preliminar
- Matriz de evaluación de alternativas
- Estudio de nivel conceptual
- Entregables de estimación de costos, alcance y cronograma y gestión de riesgos.
- Informe de la medición del nivel de definición
- DSD o Documento Soporte de la Decisión.
- Registro de Lecciones aprendidas
- Caso de Negocio actualizado

La última etapa en la definición del proyecto se denomina Definición del Proyecto y corresponde a desarrollar el estudio de nivel básico y elaborar el Plan de Ejecución del Proyecto que en adelante denominaremos PEP. Los siguientes entregables de esta fase son:

- PEP
- Estudio de nivel básico
- Entregables de estimación de costos, alcance y cronograma y gestión de riesgos.
- Informe de la medición del nivel de definición
- DSD
- Registro de Lecciones aprendidas
- Caso de Negocio actualizado

Una vez sancionado el proyecto se procede a realizar la fase de ejecución del proyecto donde se realiza el diseño detallado y se ejecuta el proyecto. Los entregables de la fase son:

- Estudio de nivel detallado
- Caso de Negocio actualizado
- Entregables de cierre técnico
- Informe de evaluación Ex-post técnica
- Registro de Lecciones aprendidas

Finalmente, aparece la fase de asegurar la evaluación y cierre integral del proyecto y la operación del producto, la cual no fue analizada estadísticamente en este trabajo de grado, por no existir documentos que soporten el cierre efectivo de los proyectos, encontrando que no es que no se realice el aseguramiento del cumplimiento de requisitos del proyecto y su validación por parte del cliente sino que no existe una gestión documental adecuada en esta etapa en razón a que rápidamente el recurso se dispone a vincularse a otro proyecto sin realizar la totalidad de requisitos de la fase.

Los entregables más importantes de esta fase son:

- Entregables de cierre administrativo y financiero
- Informe de evaluación Ex post integral
- Registro de Lecciones aprendidas

Revisando el modelo, es fácil establecer que en cada una de las etapas se identifica el componente técnico o de valor para el proyecto que se reúne en los estudios conceptuales, básicos y de nivel de detalle, propios de proyectos de infraestructura para nuestro negocio, pero se podrá interpretar que solo el lenguaje

ya es extraño para el recurso humano que dedica sus esfuerzos a investigar y desarrollar nuevos productos y procesos.

7. PROPUESTA METODOLÓGICA

Teniendo en cuenta el estudio del arte realizado, donde se puede establecer las diferentes orientaciones que tienen los modelos por etapas utilizados para adelantar proyectos de investigación y desarrollo se concluye que es factible considerar la generación de líneas de maduración en el previo de ideación como son el Desarrollo de Producto, el Desarrollo de Tecnología y la Investigación propiamente dicha. Adicionalmente, se debe considerar que existen proyectos alrededor del Instituto Colombiano del petróleo que tienen por objeto crecer en infraestructura física para apalancar la investigación que necesariamente deben mantener la aplicación del MMGP de Ecopetrol S.A porque en sus procesos está claramente identificado el desarrollo de ingenierías conceptuales, básicas y de detalle.

7.1 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS

La clasificación de los proyectos se orienta por sus características o fines. Para esto se requiere una herramienta sistemática que permita establecer si una iniciativa tecnológica es direccionada como iniciativa de investigación, Iniciativa de Desarrollo de Producto o Iniciativa de Desarrollo de tecnología o Iniciativa de Continuidad Operacional. También, debe responder a si la iniciativa demanda esfuerzos muy cercanos a las prácticas de ingeniería y por tanto el impacto se podría lograr en un tiempo muy corto o si corresponde realmente a una adaptación tecnológica, escenario en el cual se convertiría en una Asistencia Técnica Especializada y no en un proyecto.

A su vez, si revisamos el planteamiento del problema en este texto, encontramos que no existe capacidad de gestión al interior del Instituto Colombiano del Petróleo por lo que se hace necesario establecer cuales iniciativas se adelantarán dentro

del Portafolio de ejecución directa o se ejecutan a través de terceros bajo el mecanismo de convenios con universidades, con institutos de investigación o con empresas del sector en lo que se denomina Expansión Tecnológica. Por supuesto, todas estas alternativas buscan la generación de valor para la sociedad y para la compañía. Ver grafica 23.

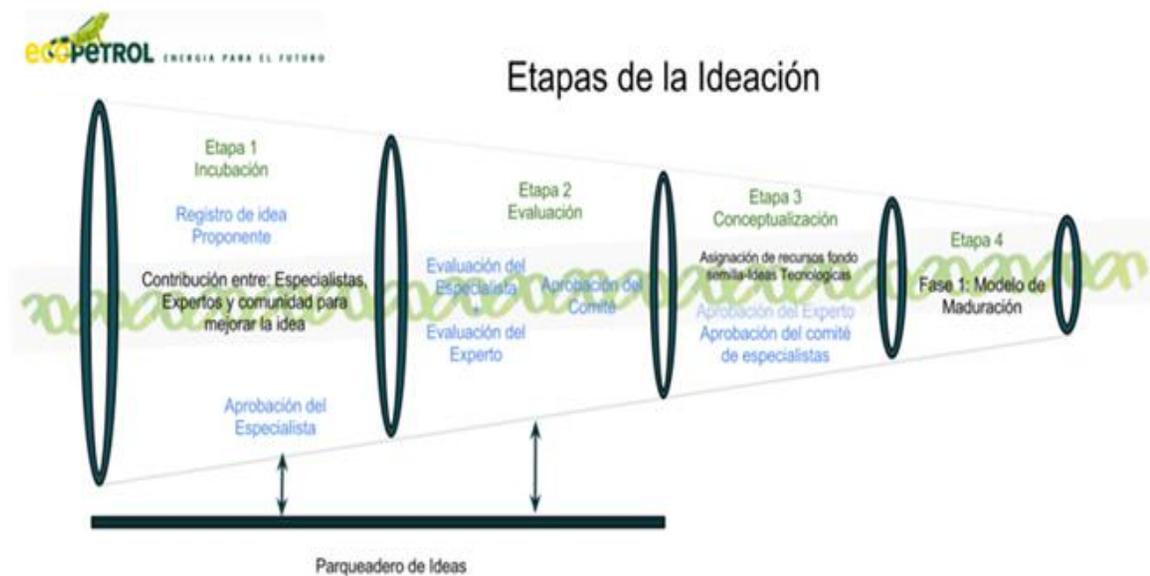
Grafica 23. Generación de Ideas



Partimos del modelo existente de Ideación en el Instituto Colombiano del petróleo que contempla una etapa de incubación de ideas o de registro la cual se realiza por cualquier funcionario de la organización en la herramienta Sharepoint de la Intranet. Allí los especialistas de las diferentes áreas tecnológicas hacen una revisión fundamental encaminada a identificar las ideas que se encuentran alineadas con el marco estratégico de Ecopetrol S.A y los focos del Instituto Colombiano del Petróleo. Algunas de las ideas se llevan al Parqueadero de Ideas, a la espera de ser tenidas en cuenta en próximas evaluaciones. En la etapa 2 se realiza una evaluación sobre la viabilidad técnica de la idea y se filtra a través de un comité técnico de evaluación. Las que no superan esta etapa deberán enviarse

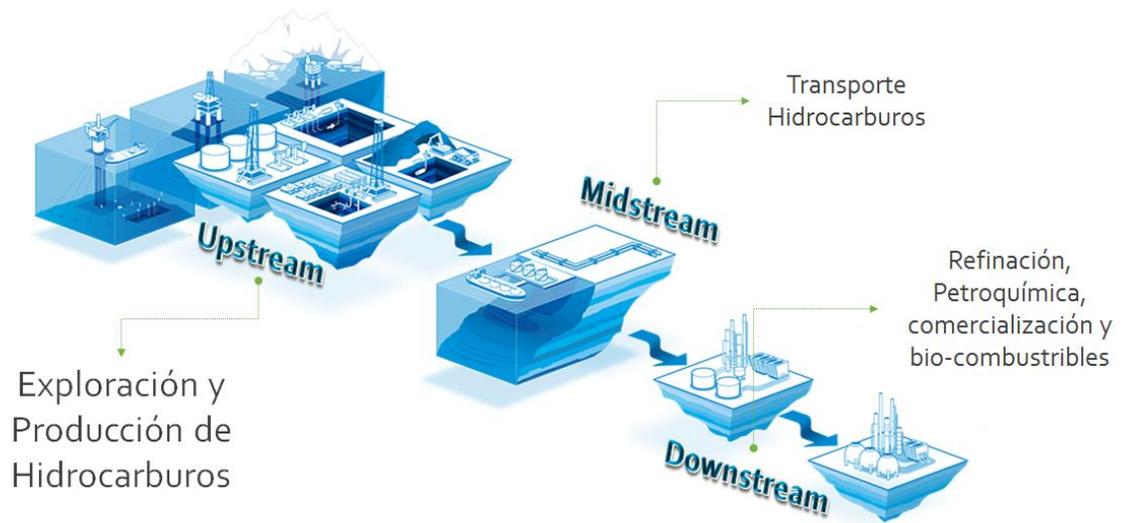
nuevamente al Parqueadero de Ideas. En la etapa 3 se vincula información de terceros y se realiza un fortalecimiento de la idea a través del esfuerzo directo de especialistas hasta concretar o identificar claramente una Iniciativa u Oportunidad Tecnológica para la Compañía hasta documentar los entregables del modelo de maduración en su Fase 1, finalizando con la validación de entregables por parte de la Dirección de Proyectos hasta la presentación en Comité. Es en esta etapa donde se sugiere realizar la Clasificación de la Iniciativa. La etapa 4 hace parte ya del modelo de maduración existente. Para el caso se superpone con el esquema propuesta en este trabajo más adelante.

Grafica 24. Esquema Modelo de Ideación. Fuente: ICP



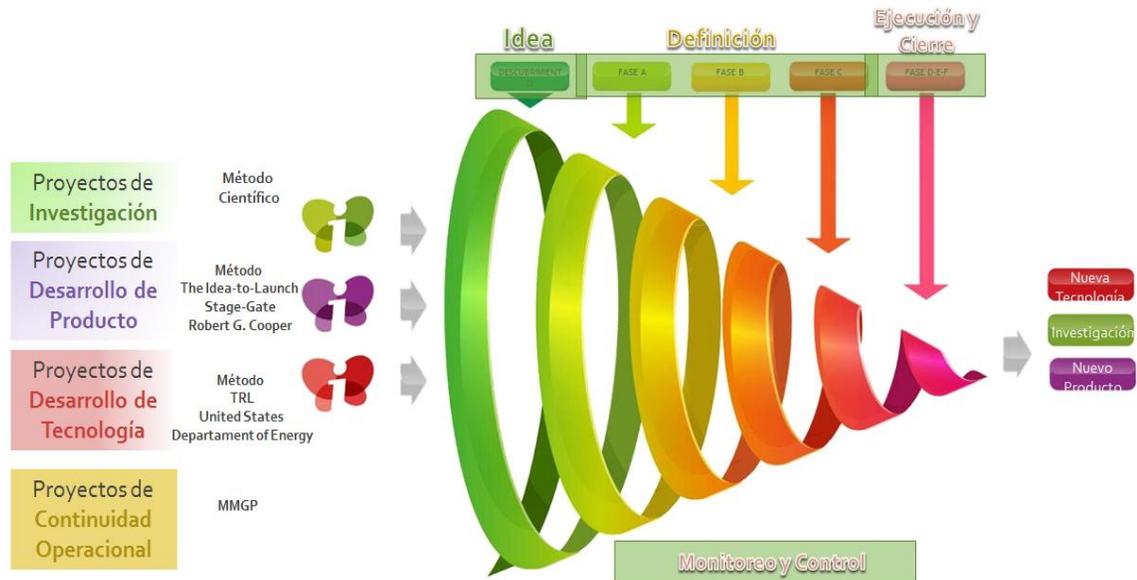
Es importante mencionar que durante la etapa de conceptualización en la cual se convierte la idea en iniciativa y adicionalmente se hace su clasificación, se debe definir a que negocio de la cadena de valor esta iniciativa impacta, para así mismo establecer la responsabilidad por su ejecución bien sea directa o en expansión tecnológica, como proyecto o como asistencia técnica especializada. La clasificación respecto a responsabilidad se observa en la gráfica 25.

Grafica 25. Clasificación de acuerdo a cadena de valor



Finalmente, una vez establecido las iniciativas que harán parte del portafolio de proyectos de Investigación y Desarrollo, la clasificación concentra esfuerzos en responder si el proyecto es de investigación, de desarrollo de producto o de desarrollo de tecnología, como se ilustra en la siguiente grafica 26.

Grafica 26. Esquema General



7.2 PROPUESTA METODOLÓGICA

7.2.1 Proyectos de Investigación. Se caracterizan por aumentar la comprensión de los principios fundamentales de fenómenos y hechos observables. Muchas veces los resultados finales no tienen beneficios comerciales directos o inmediatos.

Pueden comprender Investigación Básica o Investigación Aplicada. La primera puede ser pensada como algo que surge por la curiosidad; no obstante, a largo plazo es la base para muchos productos comerciales y para la investigación aplicada. La Investigación Aplicada inicia con la investigación básica y se trata de construir conocimiento que sea útil para una aplicación industrial.

El esquema de maduración propuesto es el siguiente:

- a. Fase A - Definir objetivos y alcance de la investigación
- b. Fase B - Definir Hipótesis de investigación y metodología experimental

- c. Fase C - Planear Experimentación
- d. Fase D - Desarrollar experimentación de la investigación
- e. Fase E - Documentar análisis y conclusiones de la investigación

A continuación el detalle propuesto para cada fase:

a. **Fase A:** Cuyo objetivo es definir objetivos y alcance de la investigación, se toma la información del modelo de Ideación correspondiente a la iniciativa descubierta y se consolida en un solo documento los objetivos, el problema práctico que resuelve el proyecto, la pregunta de investigación, el problema de investigación hasta su justificación. Es la fase más importante del proyecto y debe estar a cargo del especialista del área. Los entregables que debe considerar son:

- Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto
- La palanca de valor a la que aporta el proyecto
- Problema práctico que se quiere resolver
- La pregunta de investigación que se va a resolver
- Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación
- Problema de investigación
- Estado del arte de problema de investigación
- Objetivo del proyecto I+D (General y específicos)
- Justificación del proyecto (Impacto de resolver el problema de investigación y sus implicaciones en la pregunta y el problema práctico)

De igual forma, el especialista a cargo deberá presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase B. Esto para efectos de gestión de resultados y el seguimiento y control de los recursos humanos y financieros asignados.

- Objetivo FASE B
- Alcance FASE B
- Cronograma de trabajo FASE B
- Presupuesto de la FASE B
- Hitos principales de la FASE B
- Equipo de trabajo y Horas Hombre de la FASE B
- Plan de contratación y compras de la FASE B

Para el comité de sanción de la Fase se recomienda se asegure la definición del líder de proyecto, de tal forma que este inicie la Fase B con la consolidación de su equipo de trabajo y el trámite para asignación de recursos en el aplicativo informático de presupuesto.

b. Fase B: Su objetivo es definir la hipótesis de investigación y metodología experimental para el proyecto. En esta fase se debe revisar y ratificar los entregables de la Fase A y contribuir con la definición clara de la hipótesis y el alcance hasta la revisión de la capacidad de lograr los objetivos planteados. Los entregables que debe considerar son:

- Hipótesis de la investigación
- Alcance del proyecto de investigación
- Metodología de investigación
- Plan de investigación, visión WBS o Estructura Detallada de Trabajo nivel 2 de la fase C,D y E
- Validación de capacidad de lograr objetivos y alcances

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase C. Durante este ejercicio aparece la disciplina de riesgos, exigiendo un esfuerzo importante en la identificación de riesgos de las fases

subsiguientes. Los entregables de planeación para la siguiente fase a presentar en el comité de Fase B son los siguientes:

- Objetivo FASE C
- Alcance FASE C
- Cronograma de trabajo FASE C
- Presupuesto de la FASE C
- Hitos principales de la FASE C
- Equipo de trabajo y HH de la FASE C
- Plan de contratación y compras de la FASE C
- Listado de Riesgos de la FASE D y E

c. **Fase C:** Su objetivo es realizar la planeación de la Experimentación. En esta fase se debe revisar y ratificar los entregables de la Fase B. Se desarrolla el plan detallado de investigación el cual debe contener los requerimientos de Dirección de Proyectos y Colciencias: Objetivos, alcance, hipótesis, metodología, productos esperados, cronograma de actividades y recursos estimados (financieros, humanos, tecnológicos) de la investigación a desarrollar, plan de gestión de riesgos, plan de comunicaciones. Los entregables que debe considerar son:

- Define los entregables técnicos del proyecto y sus criterios de éxito.
- Plan de Contratación y Compras

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase D. Durante este ejercicio aparece la disciplina de programación y control, plan de contratación y compras para ejecutar el experimento. Los entregables de planeación para la siguiente fase a presentar en el comité de Fase C son los siguientes:

- Objetivo FASE D
- Alcance FASE D
- Cronograma de trabajo FASE D
- Presupuesto de la FASE D
- Hitos principales de la FASE D
- Equipo de trabajo y HH de la FASE D
- Plan de contratación y compras de la FASE D

Es importante suponer que con esta fase el nivel de información es suficiente para tomar una decisión de inversión y por tanto ocurre la sanción del proyecto. En adelante se debe asegurar la promesa de valor del proyecto, entendiendo esto como el nivel de información esperado y no un retorno esperado que pueda generarse a partir de una estimación de flujos de caja, situación particular de esta clasificación de proyecto.

d. **Fase D:** El objetivo de esta fase es ejecutar el proyecto es decir desarrollar experimentación de la investigación. En esta fase se ejecuta el plan de inversiones esperado. Es una fase que demanda el esfuerzo de todo el equipo del proyecto y una fuerte interacción con los laboratorios que son la fuente para validar la hipótesis. Para el final el único entregable técnico de esta fase son los resultados técnicos.

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán asegurar mantener la integridad del recurso humano. El cambio de un líder o miembro del equipo es crítico para el propósito de la investigación. Se debe presentar el plan para la fase final que denominamos E.

- Objetivo FASE E
- Alcance FASE E
- Cronograma de trabajo FASE E

- Presupuesto de la FASE E
 - Hitos principales de la FASE E
 - Equipo de trabajo y HH de la FASE E
 - Plan de contratación y compras de la FASE E
 - Listado de Riesgo de la FASE E
- e. **Fase E:** Consiste en documentar análisis y conclusiones de la investigación para el cierre efectivo del proyecto. Se generan los Informe Finales del proyecto de investigación, se desarrollan las publicaciones nacionales e internacionales requeridas, se desarrollan las actividades de protección de la propiedad intelectual y toda la documentación de cierre técnico y administrativo según estándares de Ecopetrol S.A.
- Informe Final de resultados del proyecto
 - Declara productos tecnológicos del proyecto
 - Realiza publicaciones del proyecto
 - Transferencia de resultados al negocio.
 - Cierre Técnico y administrativo.

Para cerrar el planteamiento se propone que el tomador de la decisión este en nivel táctico y operativo del Instituto Colombiano del Petróleo durante la definición del proyecto es decir las Fases A, B y el monitoreo en el avance de la Fase C. Para la sanción del proyecto en el comité de Fase C se propone aumentar el nivel de aprobación al Director del Instituto o Vicepresidente de Innovación y Tecnología de la organización, dependiendo del nivel de presupuesto involucrado en la Fase D y E. La fuente de financiación de las fases A, B y C corresponden a presupuesto de gastos y las fases D y E a presupuesto de inversión ante la posibilidad de ser capitalizados en la contabilidad.

En resumen el esquema general para los proyectos de investigación se muestra en la gráfica 27 y el detalle de los entregables en el Anexo C.

Grafica 27. Esquema General de Investigación



7.2.2. Proyectos de Desarrollo de Tecnología. Son esfuerzos temporales que provienen de innovaciones para crear un nuevo proceso o método, que da solución parcial o total a los problemas de negocio o permite la generación de nuevos negocios. Esto exige que al final del proyecto la compañía obtenga una metodología o un nuevo proceso validado en laboratorio e industrialmente para comercializar interna o externamente.

- a. Fase A - Realizar Investigación Preliminar para el desarrollo de tecnología
- b. Fase B - Definir concepto de tecnología
- c. Fase C - Desarrollar concepto de tecnología
- d. Fase D - Desarrollar y verificar la tecnología
- e. Fase E - Evaluación Post-Desarrollo de la tecnología

A continuación el detalle propuesto para cada fase:

a. **Fase A:** Cuyo objetivo es realizar la investigación preliminar para el desarrollo de tecnología. Se establecen los objetivos preliminares del proyecto de desarrollo, se identifican los temas de investigación y desarrollo a trabajar y se hace una evaluación preliminar del mercado. Los entregables que debe considerar son:

- Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto
- La palanca de valor a la que aporta el proyecto
- Problema práctico que se quiere resolver
- La pregunta de investigación que se va a resolver
- Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación
- Problema de investigación
- Justificación del proyecto (Impacto de resolver el problema de investigación y sus implicaciones en la pregunta y el problema práctico)
- Listado de problemas de investigación y conceptos de tecnología con base en el estado del arte.
- Estado del arte de los conceptos de tecnología con mayor potencial para responder a la pregunta de investigación.(Incluye tecnologías que compiten)
- Entendimiento de las necesidades del usuario final y de las limitaciones tecnológicas y técnicas de los conceptos identificados.
- Evaluación preliminar del mercado de la tecnología.
- Evaluación de los riesgos tecnológicos y de mercado del desarrollo
- Selección de conceptos que a priori muestran mayor potencial.

De igual forma, el especialista a cargo deberá presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase B. Esto para efectos de gestión de resultados y el seguimiento y control de los recursos humanos y financieros asignados.

- Objetivo FASE B
- Alcance FASE B
- Cronograma de trabajo FASE B
- Presupuesto de la FASE B
- Hitos principales de la FASE B
- Equipo de trabajo y HH de la FASE B
- Plan de contratación y compras de la FASE B
- Listado de Riesgo de la FASE C y D
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE C y D

Se desarrolla el plan detallado de la fase de definición de concepto de tecnología (WBS nivel 4).

Para el comité de sanción de la Fase se recomienda se asegure la definición del líder de proyecto, de tal forma que este inicie la Fase B con la consolidación de su equipo de trabajo y el trámite para asignación de recursos en el aplicativo informático de presupuesto.

b. Fase B: Su objetivo es definir el concepto de tecnología. Se evalúan los conceptos de tecnología identificados en la fase anterior a escala laboratorio, se establecen los requerimientos para el desarrollo del concepto, se establecen las especificaciones iniciales de la tecnología y se perfecciona el entendimiento de los riesgos técnicos y de mercado. Los entregables que debe considerar son:

- Reportes de los resultados a escala laboratorio que muestran que el concepto de tecnología puede funcionar
- Especificaciones preliminares de la tecnología (Ingeniería conceptual) y una comparación con tecnologías competidoras que muestren los beneficios potenciales de desarrollo.
- Perfeccionamiento del Estudio de mercado preliminar
- Evaluación financiera actualizada con los datos de definición de concepto.
- Evaluación del riesgo técnico y del mercado del desarrollo de tecnología
- Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase C. Durante este ejercicio aparece la disciplina de riesgos, exigiendo un esfuerzo importante en la identificación de riesgos técnicos y de mercado para el concepto. Los entregables de planeación para la siguiente fase a presentar en el comité de Fase B son los siguientes:

- Objetivo FASE C y D
- Alcance FASE C y D
- Cronograma de trabajo FASE C y D
- Presupuesto de la FASE C y D
- Hitos principales de la FASE C y D
- Equipo de trabajo y HH de la FASE C y D
- Plan de contratación y compras de la FASE C y D
- Listado de Riesgo de la FASE C y D
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE C y D

En esta fase se desarrollan estos planes detallados de la Fase de desarrollo de concepto (WBS nivel 4) y desarrollo y verificación de tecnología (WBS nivel 3). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias para obtener el aval y continuar adelante. A diferencia del esquema de investigación aquí se propone como sanción del proyecto el presente comité de fase, dado que ya existiría información que permita estimar un impacto financiero del eventual desarrollo, por tanto se invita a que esta aprobación este bajo la responsabilidad del Director y/o Vicepresidente.

c. **Fase C:** Su objetivo es desarrollar concepto de tecnología. Se prueban a nivel de prototipo los conceptos de tecnología, se refinan sus especificaciones y se establecen los requerimientos de información para el desarrollo, identificando las necesidades de escalado, se obtiene realimentación de clientes y se entienden los beneficios económicos y financieros, y los aspectos legales y regulatorios de la tecnología. Los entregables que debe considerar son:

- Reportes de los resultados a escala banco realizado en el desarrollo de concepto.
- Resultados o modelos que muestren de manera teórica que la tecnología es escalable a nivel comercial.
- Desarrollo de modelos y bases de datos con la información relevante de la tecnología.
- Ratificación del interés que los clientes tienen de implementar la tecnología si se muestra que es exitosa.
- Especificaciones técnicas de la tecnología ratificadas.
- Evaluación financiera actualizada con los datos de desarrollo de concepto.
- Evaluación del riesgo técnico y del mercado del desarrollo de tecnología
- Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase D. Durante este ejercicio aparece la disciplina de programación y control, plan de contratación y compras para ejecutar el experimento. Los entregables de planeación para la siguiente fase a presentar en el comité de Fase C son los siguientes:

- Objetivo FASE D y E
- Alcance FASE D y E
- Cronograma de trabajo FASE D y E
- Presupuesto de la FASE D y E
- Hitos principales de la FASE D y E
- Equipo de trabajo y HH de la FASE D y E
- Plan de contratación y compras de la FASE D y E
- Listado de Riesgo de la FASE D y E
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE D y E

Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de desarrollo y verificación de tecnología y los planes de evaluación post desarrollo de la tecnología. El proyecto debe contener los requerimientos de Dirección de Proyectos y Colciencias.

d. **Fase D:** El objetivo de esta fase es desarrollar y verificar la tecnología. Se escala la tecnología a un nivel representativo de su uso comercial, se obtienen los datos finales requeridos para el desarrollo del diseño y la especificación de equipos, se determina la aceptabilidad de la tecnología a escala industrial, se desarrollan suficientes pruebas y datos que satisfagan evaluaciones de usuarios finales y se muestra que se han resuelto suficientemente inquietudes del usuario. Los entregables generados para la fase son:

- Reportes de las pruebas de demostración de tecnología que validan su desempeño superior (incluye modelos, bases de datos, reportes técnicos).
- Especificaciones técnicas finales de la tecnología (desarrollo del paquete de tecnología).
- Evaluación financiera actualizada con los datos de la prueba de demostración.
- Evaluación del riesgo del mercado del desarrollo de tecnología.
- Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones.

Para esta Fase el Líder del Proyecto debe asegurar la incorporación de competencias requeridas para realizar las pruebas industriales o escalador requeridos por el proyecto. El cambio de un líder o miembro del equipo es crítico para el propósito de la investigación. Se debe presentar el plan para la fase final que denominamos E.

- Objetivo FASE E
- Alcance FASE E
- Cronograma de trabajo FASE E
- Presupuesto de la FASE E
- Hitos principales de la FASE E
- Equipo de trabajo y HH de la FASE E
- Plan de contratación y compras de la FASE E
- Listado de Riesgo de la FASE E
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE E

Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de Evaluación Post Desarrollo (WBS nivel 4). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.

El plan post desarrollo incluiría las acciones requeridas para apoyar la implementación de la tecnología si el negocio operativo decide implementarla inmediatamente después de terminar la fase de desarrollo y verificación.

e. **Fase E:** Consiste en realizar la evaluación post desarrollo de la tecnología. Se hace una revisión de todo el desarrollo de la tecnología con el fin de obtener lecciones aprendidas y hacer un cierre técnico y administrativo del proyecto.

- Informe Final de resultados del proyecto
- Balance de los productos tecnológicos, de la propiedad intelectual y de las publicaciones obtenidos en el proyecto
- Cierre Técnico y administrativo.

Es importante mencionar que el planteamiento propone que el tomador de la decisión este en nivel táctico y operativo del Instituto Colombiano del Petróleo durante la definición del proyecto es decir en la Fases A y el monitoreo en el avance de la Fase B. Para la sanción del proyecto en el comité de Fase B se propone aumentar el nivel de aprobación al Director del Instituto o Vicepresidente de Innovación y Tecnología de la organización, dependiendo del nivel de presupuesto involucrado en la Fases siguientes. La fuente de financiación de las fases A, B corresponden a presupuesto de gastos y las fases C D y E a presupuesto de inversión ante la posibilidad de ser capitalizados en la contabilidad.

En resumen el esquema general para los proyectos de Desarrollo de Tecnología se muestra en la gráfica 28 y el detalle de los entregables en el Anexo D.

Grafica 28. Esquema General Desarrollo de Tecnología



7.2.3 Proyectos de Desarrollo de Producto. Son esfuerzos temporales que provienen de innovaciones para crear un nuevo producto o incrementos de valor alrededor de productos existentes con modificaciones profundas, que da solución a los problemas de negocio o permite la generación de nuevos negocios. Esto exige que al final del proyecto la compañía obtendrá un equipo o un software o un elemento que podrá comercializar interna o externamente. Se requiere estudios de mercado interno y externo, el desarrollo y ensayo de un prototipo.

- Fase A - Definir objetivos y alcance preliminares del desarrollo de producto
- Fase B - Construir caso de negocio e investigación preliminar
- Fase C - Desarrollar prototipo de producto
- Fase D - Pruebas y validación
- Fase E - Lanzamiento
- Fase F - Post Lanzamiento

A continuación el detalle propuesto para cada fase:

a. **Fase A:** Cuyo objetivo es definir objetivos y alcance preliminares del desarrollo de producto. Se establecen los objetivos y alcance del proyecto de desarrollo de producto. Se desarrolla un esfuerzo de conceptualizar el producto a desarrollar. Adicionalmente contiene la recomendación de continuar o no con el desarrollo del producto. Los entregables que debe considerar son:

- Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto
- La palanca de valor a la que aporta el proyecto
- Problema práctico que se quiere resolver
- La pregunta de investigación que se va a resolver
- Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación
- Problema de investigación
- Evaluación preliminar de mercado (evaluación del mercado potencial y su atractividad, calibrar la posible aceptación del producto, determinar la situación competitiva y desarrollar un diseño preliminar del producto)
- Evaluación técnica preliminar (desarrollo de las especificaciones preliminares del producto, definición preliminar de las tecnologías que podrían usarse para lograr esas especificaciones, evaluación de las capacidades tecnológicas propias y de las necesidades de alianzas, evaluación de la manufacturabilidad del producto y de las necesidades de subcontratación y evaluación de la situación de propiedad intelectual)
- Evaluación preliminar financiera y de negocio (VPN preliminar, Evaluación de riesgos preliminar)

De igual forma, el especialista a cargo deberá presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase B. Esto para efectos de gestión de resultados y el seguimiento y control de los recursos humanos y financieros asignados.

- Objetivo FASE B
- Alcance FASE B
- Cronograma de trabajo FASE B
- Presupuesto de la FASE B
- Hitos principales de la FASE B
- Equipo de trabajo y HH de la FASE B
- Plan de contratación y compras de la FASE B

Se desarrolla el plan detallado de la fase de Construcción del caso de negocio, Desarrollo del prototipo del producto, planes preliminares de prueba y validación y lanzamiento.

Para el comité de sanción de la Fase se recomienda se asegure la definición del líder de proyecto, de tal forma que este inicie la Fase B con la consolidación de su equipo de trabajo y el trámite para asignación de recursos en el aplicativo informático de presupuesto.

b. **Fase B:** Su objetivo es construir caso de negocio del desarrollo de producto y realizar investigación preliminar para el desarrollo de producto. Se refina el concepto de producto propuesto, se establecen los objetivos de mercado, y se definen la factibilidad técnica del desarrollo de producto. Los entregables que debe considerar son:

- Necesidades de los usuarios (se determinan los requerimientos del producto, se establece lo que es de valor y los beneficios para el cliente.

- Se establecen las necesidades, deseos y preferencias para el cliente y sus criterios de selección.
- Análisis de la competencia (Análisis detallado de la competencia. Se determina quienes son los competidores, se valoran sus fortalezas y debilidades y su modo de competencia, se establecen posibles productos futuros y su precio).
- Análisis de mercado (Se establece tamaño del mercado, tendencias, segmentación, comportamiento de compradores y situación competitiva).
- Evaluación técnica detallada (Desarrollo del concepto o diseño del producto, puede requerir algunas pruebas de laboratorio o modelos. Establece la solución técnica, informa los riesgos técnicos y las soluciones, establece la estrategia de propiedad intelectual, determina la manufacturabilidad del producto y su cadena de suministro, y establece la tecnología de producción, su costo y los requerimientos de capital para la producción).
- Pruebas de concepto con el usuario (Pruebas de mercado preliminares con clientes y usuarios. Implica entrevista cara a cara para calibrar interés, gusto, preferencia, intención de compra, y sensibilidad de precio).
- Análisis financiero y de negocio (Se valoran las competencias medulares de la compañía y se establece las necesidades de asociación. Se desarrolla un análisis financiero detallado con su sensibilidad y se realiza un análisis de riesgos).
- Diseño conceptual de plantas piloto si se requieren para las pruebas de validación.
- Listado de productos tecnológicos potenciales

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase C. Durante este ejercicio aparece la disciplina de riesgos, exigiendo un esfuerzo importante en la identificación de riesgos técnicos y de mercado para el concepto. Los entregables de planeación para la siguiente fase a presentar en el comité de Fase B son los siguientes:

- Objetivo FASE C
- Alcance FASE C
- Cronograma de trabajo FASE C
- Presupuesto de la FASE C
- Hitos principales de la FASE C
- Equipo de trabajo y HH de la FASE C
- Plan de contratación y compras de la FASE C
- Listado de Riesgo de la FASE C y D
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE C y D

Se desarrolla el plan detallado de la fase de desarrollo del producto y los planes preliminares de prueba y validación y lanzamiento. El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias para obtener el aval y continuar adelante. Al igual del esquema de desarrollo de tecnología aquí se propone como sanción del proyecto el presente comité de fase, dado que ya existiría información que permita estimar un impacto financiero del eventual desarrollo de producto, por tanto se invita a que esta aprobación este bajo la responsabilidad del Director y/o Vicepresidente.

c. **Fase C:** Su objetivo es desarrollar prototipo de producto. Se desarrolla el prototipo del producto con pruebas realizadas dentro de la organización y un número limitado de pruebas con clientes. Se desarrollan también los planes de lanzamiento al mercado y operación. Se ratifica el análisis del negocio. Los entregables que debe considerar son:

- Prototipo de producto desarrollado que satisface las necesidades, requerimientos del cliente y las especificaciones de producto desarrolladas. Incluye el reporte de las actividades técnicas del desarrollo y los resultados de las pruebas realizadas de desempeño del producto.
- Estudios de mercado que confirman el potencial del producto a desarrollar

- Ingeniería Conceptual de la producción del producto. Esto debe incluir las modificaciones de proceso para plantas existentes o de proceso nuevo si se requiere, se definen la cadena de suministro, se mejoran los estimados de costos de producción y requerimientos de capital, se resuelven todos los temas de HSEQ y se establece el plan de calidad de producto.
- Análisis financiero y de negocio actualizado con base en la información del prototipo del producto y de la ingeniería conceptual.
- Solución de todos los temas relacionados con propiedad intelectual.
- Diseño detallado de las plantas piloto si se requieren para las pruebas de validación.
- Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones

Para esta Fase el Líder del Proyecto y su equipo deberán presentar el plan de continuidad del proyecto en la fase siguiente, que para efectos del esquema llamaremos Fase D. Durante este ejercicio aparece la disciplina de programación y control, plan de contratación y compras para ejecutar el experimento. Los entregables de planeación para la siguiente fase a presentar en el comité de Fase C son los siguientes:

- Objetivo FASE D y E
- Alcance FASE D y E
- Cronograma de trabajo FASE D y E
- Presupuesto de la FASE D y E
- Hitos principales de la FASE D y E
- Equipo de trabajo y HH de la FASE D y E
- Plan de contratación y compras de la FASE D y E
- Listado de Riesgo de la FASE D y E
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE D y E

Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de pruebas extendidas y validación y los planes de Lanzamiento. El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.

d. **Fase D:** El objetivo de esta es probar y validar el producto. Se completan las pruebas del producto en la organización, se desarrollan pruebas extensas del producto con clientes, se desarrolla una prueba de mercado, se realizan pruebas semicomerciales de producción y se preparan los planes detallados de lanzamiento. Los entregables generados para la fase son:

- Pruebas del producto terminadas que ratifican la satisfacción de las necesidades y requerimientos del cliente y las especificaciones de producto. Incluye el reporte de las actividades técnicas realizadas de las pruebas de validación tanto internas como con clientes. (Ensayos de usuario o de campo para el producto: para verificar que las funciones del producto bajo condiciones reales de uso son las adecuadas para medir las reacciones del cliente y para establecer la intención de compra).
- Ensayos, limitados o pilotos de producción: para probar, arreglar o mejorar el proceso de producción y para determinar los costos de producción de una manera más exacta, lo mismo que los rendimientos.
- Pre-prueba del mercado, prueba de mercado y ensayos de ventas: para medir la reacción del cliente, medir la efectividad del lanzamiento y determinar la posible participación del mercado e ingresos.
- Análisis financiero y de negocio actualizado con base en la información de las pruebas de validación.
- Desarrollo de todos los requerimientos técnicos para garantizar la manufacturabilidad del producto.
- Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones

Se debe presentar el plan para la fase de lanzamiento que denominamos E.

- Objetivo FASE E
- Alcance FASE E
- Cronograma de trabajo FASE E
- Presupuesto de la FASE E
- Hitos principales de la FASE E
- Equipo de trabajo y HH de la FASE E
- Plan de contratación y compras de la FASE E
- Listado de Riesgo de la FASE E
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE E

Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de Evaluación Post-Desarrollo. El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.

El plan post desarrollo incluiría las acciones requeridas para apoyar la implementación de la tecnología si el negocio operativo decide implementarla inmediatamente después de terminar la fase de desarrollo y verificación.

e. **Fase E:** Consiste en realizar el lanzamiento del producto. Por tanto, se ejecutan todos los planes que se diseñaron para el lanzamiento del producto en el mercado. Los entregables de la fase son:

- Informe de lanzamiento del producto (participación del mercado, aceptación del producto, nivel de ventas, percepción de calidad del cliente, desempeño de las cadenas de distribución de materias primas y de productos, ideas de mejoramiento del producto)
- Informe de desempeño de manufactura, cumplimiento de especificaciones técnicas del producto, costo de manufactura, desempeño de la tecnología de

manufactura, problemas de manufactura identificados, propuesta de acciones de mejoramiento).

- Análisis financiero y de negocio (margen de ganancia obtenido, retorno de la inversión, cumplimiento del plan de inversión).
- Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones

Se debe presentar el plan para la fase de lanzamiento que denominamos F.

- Objetivo FASE F
- Alcance FASE F
- Cronograma de trabajo FASE F
- Presupuesto de la FASE F
- Hitos principales de la FASE F
- Equipo de trabajo y HH de la FASE F
- Plan de contratación y compras de la FASE F
- Listado de Riesgo de la FASE F
- Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE F

f. **Fase F:** Consiste en realizar el Post lanzamiento del producto. Se hace una revisión de todo el desarrollo del producto con el fin de obtener lecciones aprendidas y hacer un cierre técnico y administrativo del proyecto. Los entregables de la fase son:

- Informe Final de resultados del proyecto
- Balance de los productos tecnológicos, de la propiedad intelectual y de las publicaciones obtenidos en el proyecto
- Cierre Técnico y administrativo.

En similar forma que el propuesto para desarrollo de tecnología el tomador de la decisión debe ser el nivel táctico y operativo del Instituto Colombiano del Petróleo durante la definición del proyecto es decir en la Fases A y el monitoreo en el avance de la Fase B. Para la sanción del proyecto en el comité de Fase B se propone aumentar el nivel de aprobación al Director del Instituto o Vicepresidente de Innovación y Tecnología de la organización, dependiendo del nivel de presupuesto involucrado en la Fases siguientes. La fuente de financiación de las fases A, B corresponden a presupuesto de gastos y las fases C D y E a presupuesto de inversión ante la posibilidad de ser capitalizados en la contabilidad.

En resumen el esquema general para los proyectos de Desarrollo de Producto se muestra en la gráfica 27 y el detalle de entregables en el Anexo E.

Gráfica 29. Esquema General Desarrollo de Producto

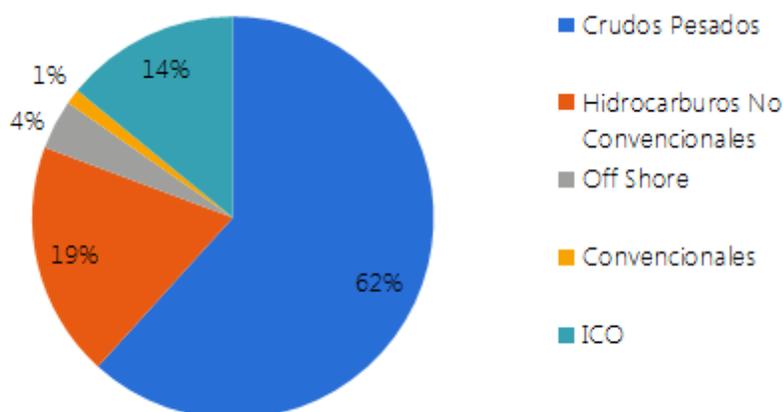


8. CASO DE APLICACIÓN

Para el desarrollo de la aplicación, se requirió la revisión del portafolio de proyectos de inversión del Instituto Colombiano del Petróleo considerando las iniciativas que adelantan la Fase 1 del MMGP existente, para realizar la comparación con la implementación de la propuesta de MMGP desarrollada en el anterior capítulo.

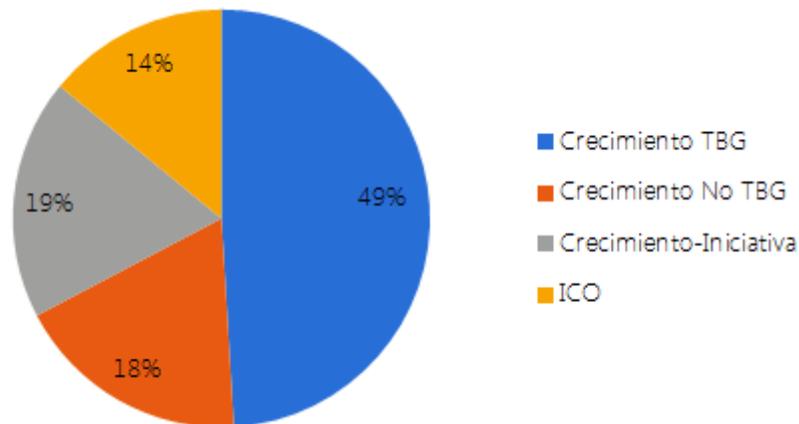
La tabla 7 muestra el detalle del portafolio del ICP para el 2014. Allí podremos observar que los diferentes proyectos e iniciativas realizaron primero un proceso de alineación con los focos estratégicos del Instituto los cuales son: Crudos Pesados, Hidrocarburos No Convencionales, Offshore y los proyectos de continuidad operacional requeridos para soportar la infraestructura de investigación. El 62% de los proyectos está comprometido con el desarrollo de la ventaja competitiva de Ecopetrol en Gestión Integral de Crudos Pesados como se observa en la Grafica 30.

Grafica 30. Distribución del Portafolio ICP por Foco



También se observa la clasificación del portafolio de inversiones de proyectos e iniciativas por tipo de proyecto: Crecimiento y de Continuidad Operacional, así como el grado de impacto de sus resultados en el Tablero Balanceado de Gestión – TBG de la compañía. Para el caso el 82% de los recursos alimentan el portafolio actual y las nuevas iniciativas equivalen al 18 % de los recursos solicitados. La distribución por tipo de proyecto se observa en la gráfica 31.

Gráfica 31. Distribución del Portafolio ICP por Tipo de Proyecto



La sigla ICO se denomina Inversiones de Continuidad Operacional.

8.1 DEFINICIÓN DE INICIATIVA

Dentro del portafolio de iniciativas de inversión se tienen 11 iniciativas que pasaron por el modelo de ideación superando la etapa de conceptualización. Estas iniciativas se clasifican de acuerdo a su potencial de valor, el nivel de alineación con los focos, la probabilidad de ocurrencia y la disponibilidad de información para poder realizar la comparación entre la aplicación del modelo actual y la propuesta metodológica.

La solicitud presupuestal de dichas iniciativas consideradas en la clasificación es de MUSD 16.19 con un potencial de agregación de valor de MUSD 25.64 y probabilidades de ocurrencia que van desde el 28% hasta el 51%. El detalle del portafolio se encuentra en el Anexo F.

La valoración realizada consideró una puntuación de 1 a 5 siendo 1 el valor menos atractivo y cinco el más atractivo. El peso dado a cada factor fue similar y corresponde a un 25%. De este ejercicio se pudo establecer que la iniciativa que entrega las mejores condiciones para realizar una comparación apropiada corresponde a Investigación en Hidratos de Gas, la cual obtuvo un puntaje de 4.5 siendo sus principales fortalezas la disponibilidad de información obtenida durante la fase de ideación y la posibilidad de asignación de un equipo de trabajo.

Grafica 32. Tabla de Clasificación de Iniciativas

Proyecto	Ppto Actual [MUSD]	Potencial de Valor - MUSD	Probabilidad de Ocurrencia %	CLASIFICACION					Total
				Potencial Valor	Alineación	Probabilidad Ocurrencia	Disponibilidad de información		
				25%	25%	25%	25%		
1 Hidratos de Gas	\$2.09	\$11,822	28%	5	4	4	5	4.50	
2 Imagen geofísica multiescala de la cuenca colombiana y sus márgenes	\$2.77	\$4,675	37%	4	4	3	3	3.50	
3 Inyección de aire en yacimientos de crudo liviano	\$0.85	\$698	40%	3	3	4	2	3.00	
4 inteligentes	\$1.09	\$130	51%	3	4	5	2	3.50	
5 "In situ upgrading" de los crudos pesados y/o extra-pesados del grupo empresarial Ecopetrol S.A.	\$0.37	\$1,747	30%	4	5	3	3	3.75	
6 Inyección de vapor en fondo de pozo	\$0.82	\$43	47%	2	5	4	2	3.25	
7 Termomecánico y configuración compresional	\$1.96	-	-	1	3	1	1	1.50	
8 Monitoreo geofísico de procesos de recobro mejorado	\$1.25	\$5,377	28%	4	5	3	2	3.50	
9 Identificación de sweet spots en shale plays mediante metodología caracterización integrada de reservorio y modelos predictivos	\$1.70	\$1,150	40%	4	4	4	2	3.50	
10 Centro de Procesamiento de Información geológica	\$1.29			1	5	4	3	3.25	
11 ICP Sede Llanos	\$2.00			1	4	1	1	1.75	
TOTAL									

Dicha iniciativa fue evaluada respecto de la clasificación del nuevo modelo y se considera que no es ni desarrollo tecnológico ni desarrollo de producto y realmente corresponde a la necesidad de aumentar la comprensión de los principios fundamentales asociados a reservorios de hidratos de gas, por lo que sería un proyecto de investigación. Sus beneficios no comprenden beneficios

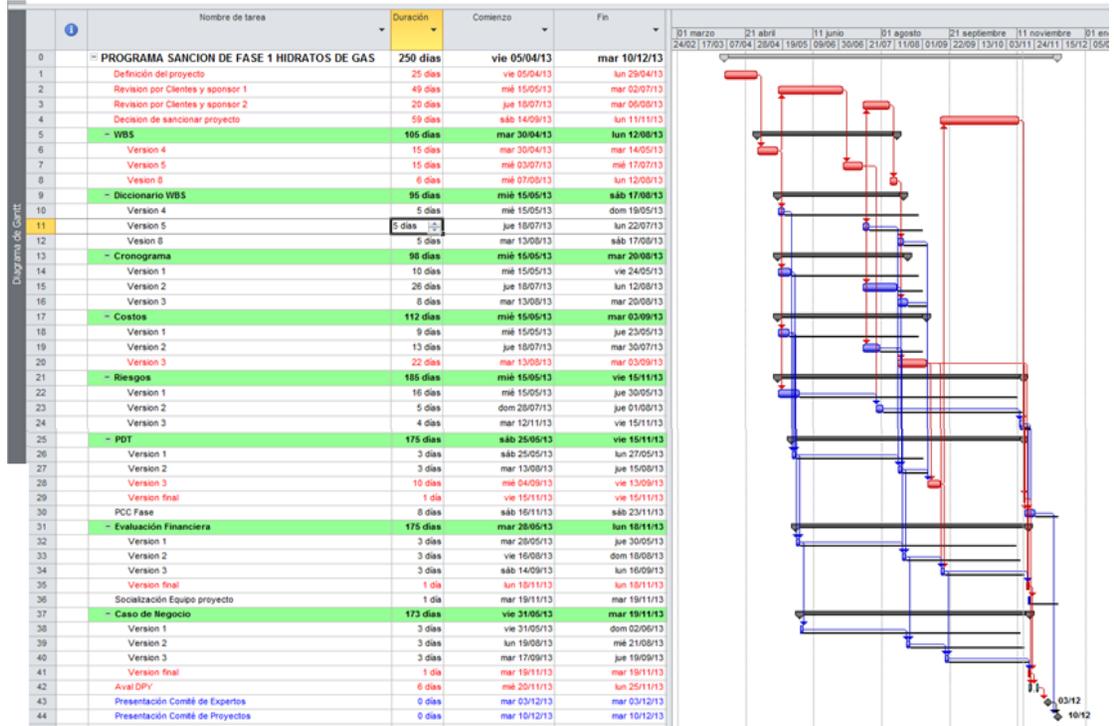
comerciales inmediatos y estos se conseguirán con la integración de muchos más trabajos de investigación dado su grado de madurez en el mundo.

La iniciativa seleccionada tiene como objetivo Caracterizar reservorios de HDG mediante la integración de técnicas geofísicas de exploración e información oceanográfica y será utilizada para la comparación. El detalle sobre objetivos, objetivos específicos y alcance no se mencionan por la reserva y confidencialidad de esta información.

8.2 APLICACIÓN MMGP

La aplicación del modelo de maduración inicio el 5 de abril del año 2013 hasta el 10 de diciembre de 2013 por un periodo de 250 días. Este tiempo consideró la construcción de la totalidad de entregables de la Fase 1 del modelo actual, agregados en tiempos para construcción de WBS, diccionario de la WBS, cronograma, costos, riesgos, programa detallado de trabajo, evaluación financiera y caso de negocio.

Grafica 33. Imagen de Tiempos utilizados en aplicación MMGP



El monitoreo de su avance también consideró la utilización de costos desembolsables asociados a entregables de consultoría en la búsqueda y consolidación de información por 37 millones de pesos y la utilización de 1920 horas-hombre en la especialidad de Geólogo y Geofísico por 576 millones de pesos con un costo de hora-hombre Instituto Colombiano del Petróleo de 300.000 pesos colombianos.

8.3 APLICACIÓN PROPUESTA METODOLÓGICA

Con la nueva propuesta metodológica se obtiene una reducción en el número de entregables de 21 a 16 entregables correspondiente a una disminución del 24%. Esto favorece sustancialmente la cantidad de documentos y concentra sus esfuerzos en la consolidación de un solo documento que incluya la totalidad de

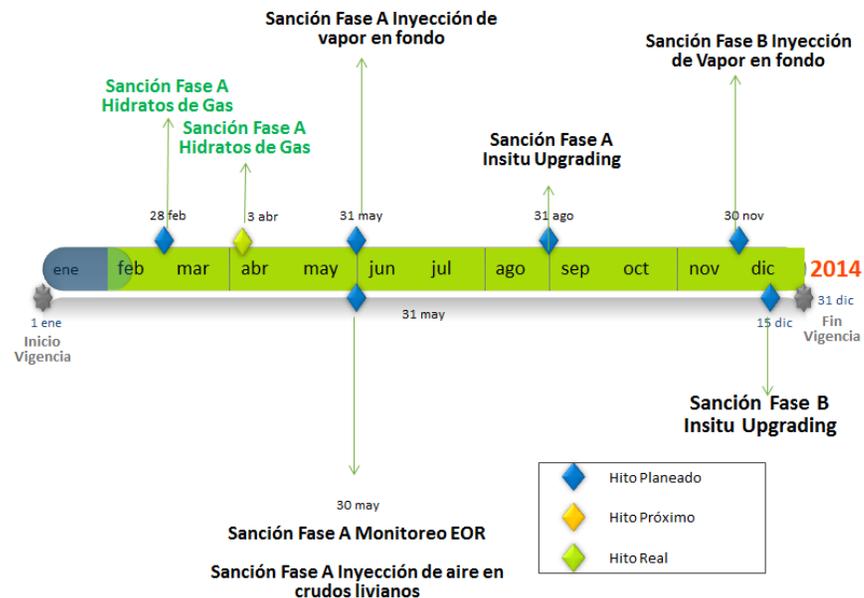
entregables y no la generación de documentos independientes, como se observa en la gráfica 29.

Gráfica 34. Comparación de Nivel de documentos exigidos

No.	FASE 1 "Identificación de la oportunidad"	FASE A
1	Descripción general de la oportunidad de negocio/ idea/problema	Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto
2	Alcance	La palanca de valor a la que aporta el proyecto
3	Objetivos	Problema práctico que se quiere resolver
4	Formulación de preguntas/Identificación de las ventajas tecnológicas	La pregunta de investigación que se va a resolver
5	Justificación	Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación
6	Bases teóricas	Problema de investigación
7	Beneficios para la organización	Estado del arte de problema de investigación
8	Antecedentes/Estado del arte	Objetivo del proyecto I+D+i (General y específicos)
9	Prospectiva y aseguramiento de implementación de la idea	Justificación del proyecto
10	Alineación con la estrategia	Objetivo FASE B
11	Identificación de requerimientos generales	Alcance FASE B
12	Identificación de requisitos legales y sociales	Cronograma de trabajo FASE B
13	Identificación de permisos y licencias	Presupuesto de la FASE B
14	Identificación de requerimientos de gestión inmobiliaria	Hitos principales de la FASE B
15	Identificación y/o gestión de involucrados	Equipo de trabajo y HH de la FASE B
16	Identificación de alternativas de solución o desarrollo de la oportunidad de negocio	Plan de contratación y compras de la FASE B
17	Plan detallado Fase "Selección de la alternativa"	
18	Incorporación proceso alcanza y programación	
19	Incorporación proceso de costos	
20	Incorporación proceso de gestión de riesgos	
21	Incorporación proceso de lecciones aprendidas	

Los tiempos que demandó adelantar la fase corresponde a 123 días, no obstante su planeación consideraba una estimación de 89 días lo cual se traduce en un desplazamiento de 34 días equivalente al 38%. La sanción del proyecto en su fase A se estimó para el 28 de febrero y realmente se obtuvo el 3 de abril. En la gráfica 33 se observa la línea de tiempo de las iniciativas para la vigencia 2014 y en verde se resalta los resultados para la iniciativa en evaluación.

Grafica 35. Línea de tiempo de las iniciativas con la propuesta metodológica



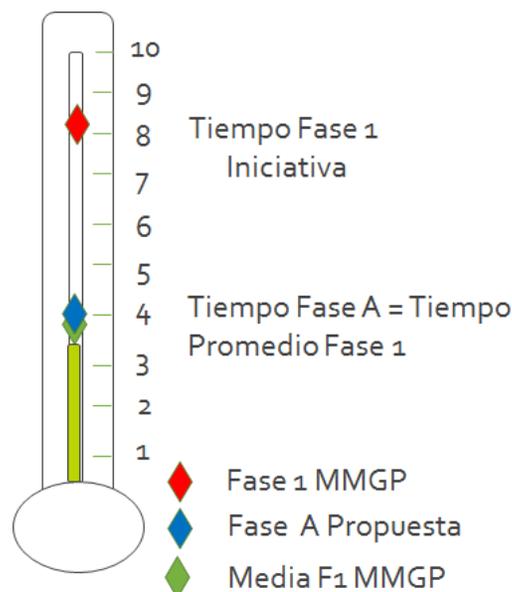
El monitoreo de costos concluyó la utilización de costos desembolsables asociados a entregables de consultoría en la búsqueda y consolidación de información por 32 millones de pesos y la utilización de 1280 horas-hombre en la especialidad de Geólogo y Geofísico por 384 millones de pesos con un costo de hora-hombre Instituto Colombiano del Petróleo de 300.000 pesos colombianos.

De acuerdo con lo anterior, se cuenta con la información suficiente para realizar la comparación entre la aplicación de la metodología actual por el Modelo de Maduración de Gestión de Proyectos de Ecopetrol S.A y el esquema propuesto tanto en la variable tiempo como en la variable costo.

Respecto al tiempo, la comparación permite confirmar que la aplicación de la nueva metodología podría disminuir los tiempos en una estimación del 51% al comparar los 250 días utilizados para la iniciativa de aplicación con el Modelo

actual MMGP y los tiempos utilizados para la nueva propuesta de 123 días. También, se puede observar que el nivel de complejidad de la iniciativa escogida es alto dado que el tiempo de implementación del MMGP supera en 52% a la media obtenida de la muestra analizada en el capítulo de análisis estadístico. Sin embargo el resultado de la implementación de la nueva metodología nos acerca a la media anterior, luego esperaríamos que en un futuro la media del tiempo se disminuya sustancialmente, como se observa en la Grafica 34.

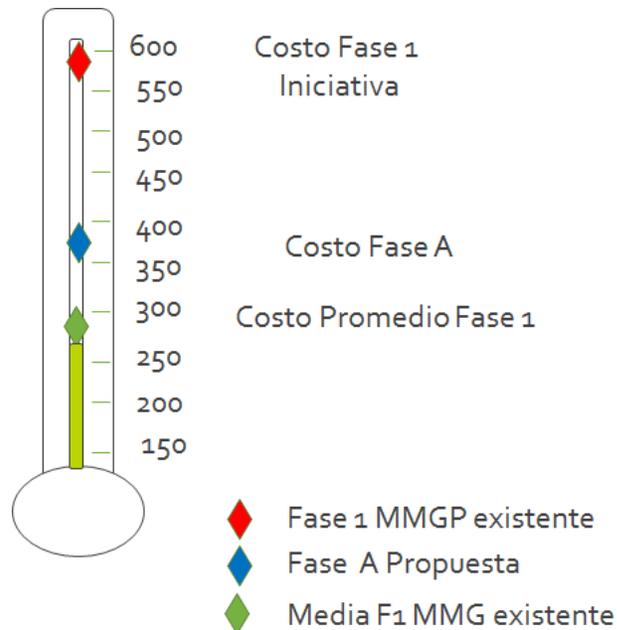
Grafica 36. Semáforo de comparación de la variable tiempo.



Respecto a la variable costo, la comparación permite confirmar que la aplicación de la nueva metodología podría disminuir el costo en una estimación del 33% al comparar los costos desembolsables y no desembolsables (Horas-Hombre) utilizados para la iniciativa de aplicación con el Modelo actual MMGP de 576 millones de pesos y los costos utilizados para la nueva propuesta metodológica de 384 millones de pesos. También, se puede observar que el nivel de complejidad de la iniciativa escogida es alto dado que los costos de implementación del MMGP aumentaron en un 25% respecto a la media obtenida de la muestra analizada en el capítulo de análisis estadístico.

En la consideración de optimización de costos desembolsables únicamente, que están directamente relacionados con consultoría, tan solo es del 13% y no es representativa frente al valor de horas-hombre (costos no desembolsables). Sin embargo, esto tiene implicaciones importantes en la actividad presupuestal del Instituto dado que en un portafolio de 10 MUSD permitiría la vinculación de al menos una iniciativa adicional al portafolio de 1.3 MUSD. La optimización de costos no desembolsables aumentaría la capacidad de gestión en razón al impacto sobre la utilización de horas hombre de investigador que ahora podrán estar disponibles para agregación de valor.

Gráfica 37. Semáforo de comparación de la variable costos



Por lo anterior, se encuentran beneficios atractivos de la implementación de la nueva propuesta, dada la optimización de tiempo y costo durante la implementación en la Fase 1. Sin embargo, el resultado no es concluyente por razones como:

- El equipo de proyecto no fue cambiado en su totalidad, generando con ello un conocimiento previo que favorece la medición para la aplicación de la nueva propuesta.
- Tan solo se realizó el ejercicio para la Fase 1 en comparación con la Fase A y pueden existir diferencias durante la aplicación de las fases subsiguientes.

Esta aplicación en principio invita a continuar con el seguimiento y monitoreo de las métricas de cada proyecto durante la aplicación de la nueva metodología.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- La aplicación de la propuesta metodológica de modelo de maduración de proyectos para Investigación y Desarrollo a una iniciativa del portafolio de proyectos del Instituto Colombiano del Petróleo, redujo en 51% los tiempos durante la fase A de un proyecto respecto de la duración aplicada para la Fase 1 del modelo de maduración de gestión de proyectos existente.
- La aplicación de la propuesta metodológica de modelo de maduración de proyectos para Investigación y Desarrollo, redujo en 33% los costos durante la Fase A de un proyecto respecto del costo aplicado a la Fase 1 del modelo de maduración de gestión de proyectos existente.
- La implementación de un modelo de maduración de proyectos adaptado a las particularidades en investigación, desarrollo de tecnología y desarrollo de producto, facilita el entendimiento del equipo de investigación y desarrollo como consecuencia de un lenguaje ajustado a la especialidad.
- La iniciativa escogida para comparación, es más compleja que el promedio de las iniciativas del Instituto lo cual hace que sus resultados en tiempo y costo estén por encima de la media del modelo existente, pero permite inferir la mejora del modelo en la aplicación generalizada durante la primera fase.
- Los costos asociados a la Fase 1 están directamente relacionados con costos no desembolsables asociados a las horas-hombre de investigador, dado que la reducción en costos desembolsables tan solo es del 13% y no es representativa frente al valor de horas-hombre. Sin embargo, en un portafolio de 10 MUSD

permitiría la vinculación de al menos una iniciativa adicional al portafolio de 1.3 MUSD.

9.2 RECOMENDACIONES

Estas recomendaciones son lecciones aprendidas de la aplicación de la propuesta metodológica a la iniciativa y que buscan generar mejoras en la implementación continua:

- Se debe considerar en el esquema propuesto ajustes relacionados con la incorporación de conceptos ambientales, sociales y prediales para proyectos que impliquen el desarrollo de pilotos por fuera de las instalaciones del centro de investigación. Las iniciativas que deben considerar tramites ambientales para desarrollar la investigación o el desarrollo tecnológico no son comparables en términos de tiempo y costo por la respuesta de la autoridad competente, la cual normalmente desplaza la continuidad del proyecto. La metodología propuesta debe ser revisada ante esta problemática.
- Se debe validar la implementación del modelo durante las Fases B y C en las variables de tiempo y costo y realizar la comparación del comportamiento creciente o decreciente del portafolio como consecuencia de la aplicación del modelo propuesto. Es posible que los resultados de la Fase A vs Fase 1 no tengan el mismo nivel de efectividad probado en este caso de aplicación.
- Se debe evaluar el crecimiento de la capacidad instalada del instituto en términos de niveles de inversión por la disminución de tiempos H-H del personal asignado a los proyectos de investigación y desarrollo y realizar un mayor esfuerzo en el seguimiento de esta variable que es la que determina la eventual optimización en costos.

BIBLIOGRAFÍA

COOPER, Robert G. Managing Technology Development Projects. IEEE Engineering Management Review. Vol. 35 No. 1 2007.

COOPER, Robert G. Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-practices Companies Do—I. Industrial Research Institute, Inc Volume 45, Number 5, 1 September 2002.

CRAWFORD J. Kent. The Project Management Maturity Model. ISM Journal. 2006

DORGANT, P. STINGL K. Deepwater Project Management Strategies and Models Off shore Technology Conference Shell Intl. E&P Inc. 2005.

GARCIA, L.F NARANJO, J.S. Results of the Implementation of the Project Management System: Towards a Competitive Quality Model, Ecopetrol S.A. SPE LatinAmerica and Caribbean Petroleum Engineering Conference 2012.

IBBS, William, KWAK Young H., Assessing Project Management Maturity. Project Management Institute Vol. 31, No. 1, 2000

ICONTEC. Normas de gestión de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Serie NTC 5800. 2009.

Intranet Ecopetrol S.A / IRIS/ Dirección de Proyectos. Documento de Maduración de Proyectos de Ecopetrol S.A.

KERZNER, Harold. Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model Book 2005.

KERZNER, Harold. *Using the Project Management Model: Strategic Planning for Project Management*. Second Edition. 2005.

MATHESON, David. *The Smart Organization. Creating Value Through Strategic R&D*, Harvard Business School Book. 1998.

MEISSNER, Jens O, SPRENGER, Martin. Mixing Methods in Innovation Research: Studying the Process-Culture-Link in Innovation Management FORUM: QUALITATIVE SOCIAL RESEARCH SOZIALFORSCHUNG. Volumen 11, No. 3, September 2010.

ROGLINGER, Maximilian. Maturity Models In Business Process Management. FIM Research Center Finance and Information Management European Research Center for Information Systems, University of Munster, Munster, Germany Business Process Management Journal Vol. 18 No. 2, 2012.

SHU, W. R. *Some Approaches In Managing R&D In The Oil And Gas Production Industry*. Mobil E&P Technical Center, Mobil Technology Company. Dallas, Texas, USA.

U.S DEPARTMENT OF ENERGY. ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. Stage-Gate Innovation Management Managing Risk Through Structured Project Decision-making Industrial Technologies Program - ITP. Versión 1.3. February 2007.

ZEDTWITZ, Maximilian. Organizational Learning Through Post-Project. Reviews In R&D. R&D Management 32, 3. Blackwell Publishers Ltd 2002.

ANEXOS

ANEXO A. Inversiones de las compañías petroleras

INVERSIONES DE LAS COMPAÑÍAS PETROLERAS EN								
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I & D) - 2010								
Ranking PWI	COMPAÑÍA	PAÍS	INGRESOS M \$USD	I+D M \$USD	INVERSION EN MUSD	Inversión I+D / Inversión Total	Inversión I+D / Ingresos totales	FUENTE
15	Petrobras	Brazil	120,100	993.0	43,513	2.28%	0.827%	Petroleo Brasileiro S.A., Company Intelligence Report (Oil & Gas eTrack) - March 2011
34	EnCana	Canada	9,135	52.00	4,773	1.09%	0.569%	http://www.pdvs.com/interface.sp/database/fichero/free/6772/1401.PDF
10	Total	France	215,404	966.00	21557	4.48%	0.448%	http://www.ecopetrol.com.co/english/documentos/47885_Forma_20F-2010.pdf
31	ONGC	India	22,112	85.7	7033	1.22%	0.388%	http://www.total.com/MEDIAS/MEDIAS_INFOS/4386/EN/Total-2010-document-reference-va-V1.pdf (Pag. 57, 167)
26	Statoil	Norway	90,375	341.0	14155	2.41%	0.377%	http://www.researchinfosource.com/media/2011Top100List.pdf
25	Sinopec	China	300,720	1,100.00	16,766	6.56%	0.366%	http://www.oncindia.com/download/Annualreports/ONGC_Annual_Report_10-11.pdf
38	Ecopetrol	Colombia	19,337	69.1	7,088	0.97%	0.357%	http://www.statoil.com/no/InvestorCentre/AnnualReport/OrderReports/Downloads/AnnualReportonForm20F.pdf
11	Pemex	Mexico	101,387	316.0	17,716	1.78%	0.312%	http://www.annualreportandform20f.shell.com/2010/servicepages/downloads/files/all_shell_20f_10.pdf
7	Shell	UK/Netherlands	368,056	1,019.0	26,940	3.78%	0.277%	http://www.exxonmobil.com/Corporate/Files/news_publications/financial_2010.pdf (Pag. 5)
3	Exxon Mobil	US	370,125	1,012.00	32,226	3.14%	0.273%	http://www.gazprom.com/posts/55/477129/gazprom-annual-report-2010-en.pdf
9	Chevron	US	198,198	526.0	21,651	2.43%	0.265%	Petroleos Mexicanos - Strategic Analysis Review 2011 (Oil & Gas eTrack)
6	BP	UK	308,928	780.0	23,016	3.39%	0.252%	http://www.chevron.com/documents/pdf/Chevron2010AnnualReport.pdf#page=35
21	Eni	Italy	133,176	298.00	18,374	1.62%	0.224%	http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/I/BP_Annual_Report_and_Form_20F.pdf
4	PDV	Venezuela	94,929	188.0	13,307	1.41%	0.198%	http://www.eni.com/it/IT/attachments/documentazione/bilanci-rapporti/rapporti-2010/2010-Annual-Report-on-Form-20F.pdf (Pag. 81 & 110)
13	Gazprom	Russia	118,398	224.60	36,499	0.62%	0.190%	http://www.sinopecgroup.com/english/socialresponsibility/energy/supply/Pages/ContinuedPursuitofTechnologicalProgress.aspx
28	Repsol YPF	Spain	76,507	95.92	6,490	1.48%	0.125%	https://imagenes.repsol.com/es_es/Repsol_2010_azul_tcm7-591021.pdf
8	ConocoPhillips	US	189,441	230.0	9,761	2.36%	0.121%	http://www.lukoil.com/materials/doc/Annual_Report_2010/LUKOIL_AR_2010_ENG.pdf
19	Lukoil	Russia	104,956	120.0	6,844	1.75%	0.114%	http://www.conocophillips.com/EN/investor/financial_reports/proxy/Documents/ConocoPhillips%20NPS.PDF
44	OMV	Austria	31,507	24.31	4,241	0.57%	0.077%	http://www.omv.com/Security/Servlet/secure?cid=1255733340356&lang=en&swa_id=611076724723.7091&swa_site=wps.vp.com (Pag. 50 & 53)

ANEXO B. Muestra de Proyectos para análisis estadístico

MUESTRA DE PROYECTOS
VIN - ICP - ESCALADO DE DESASFALTADO ECP
VIN - ICP - NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CRUDOS PESADOS - PILOTO LLANOS SUR
VIN - ICP - TECNOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ARENAS BITUMINOSAS EN COLOMBIA
VST - ICP - PLAN MAESTRO INFRAESTRUCTURA ICP
VST - ICP PROCESOS RECOBRO QUÍMICO YARIGUI-CANTAGALLO
VST- ICP - CENTRO DE PROCESAMIENTO SÍSMICO PARA INVESTIGACIÓN
VST - ICP - PROCESOS INYECCIÓN DE QUÍMICOS CAMPO DINA CRETÁCEO Y TELLO
VST - ICP SISTEMAS PETROLÍFEROS EN MÁRGENES CONVERGENTES
VST - ICP CRONOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS EN CUENCAS SUBANDINAS
VST - ICP - REFLEXIÓN SÍSMICA 3 Y 4 DIMENSIONES

ANEXO C. Detalle de Esquema Proyecto de Investigación

Proyecto de Investigación						
Código de la Fase	DESCUBRIMIENTO	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E
Objetivo de la Fase	Identificar ideas que tienen potencial de convertirse en proyectos de investigación	Definir objetivos y alcance de la investigación	Definir Hipótesis de investigación y metodología experimental	Planear Experimentación	Desarrollar experimentación de la investigación	Documentar análisis y conclusiones de la investigación
Responsable	Todos	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto
Tomador de la Decisión	Jefe de Centro	Jefe de Centro	Director ICP	Director ICP	Director ICP	Director ICP
Origen del Presupuesto	Gastos	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Inversiones	Inversiones
Alcance de la Fase	Se documentan las ideas en el Banco y se realiza una evaluación para determinar su potencial para convertirse en proyecto.	Se establecen los objetivos y alcance de la investigación, adicionalmente se presenta la recomendación de continuar o no con el proyecto.	Se definen la hipótesis y metodología para el proyecto de investigación. Adicionalmente, se presenta la recomendación de continuar o no con el proyecto.	Se desarrolla el plan detallado de investigación el cual debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias: Objetivos, alcance, hipótesis, metodología, productos esperados, cronograma de actividades y recursos estimados (financieros, humanos, tecnológicos) de la investigación a desarrollar, plan de gestión de riesgos, plan de comunicaciones.	Se ejecuta el plan de investigación aprobado.	Se generan los Informe Finales del proyecto de investigación, se desarrollan las publicaciones nacionales e internacionales requeridas, se desarrollan las actividades de protección de la propiedad intelectual y toda la documentación de cierre técnico y administrativo según estándares de ECP S.A.
Lista de chequeo Documento técnico. Capítulo 1. Presentación Sanción Fase.	DESCUBRIMIENTO 1. Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto 2. La palanca de valor a la que aporta el proyecto 3. Problema práctico que se quiere resolver 4. La pregunta de investigación que se va a resolver 5. Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación 6. Problema de investigación 7. Tipo de proyecto	FASE A Ratificar los puntos 1 a 7 de la Fase de descubrimiento. Adicional: 8. Estado del arte de problema de investigación 9. Objetivo del proyecto I+D+i (General y específicos) 10. Justificación del proyecto (Impacto de resolver el problema de investigación y sus implicaciones en la pregunta y el problema práctico)	FASE B Ratifica los puntos de la Fase A. Adicional: 11. Hipótesis de la investigación 12. Alcance del proyecto de investigación 13. Metodología de investigación 14. Plan de investigación, visión WBS nivel 2 de la fase C,D y E 15. Validación de capacidad de lograr objetivos y alcances 16. Validación de capacidad de desarrollo del proyecto. 17. Identificación de alianzas y convenios de cooperación requeridos para FASE D.	FASE C Ratifica los puntos de la Fase A y B. Adicional 18. Define los entregables técnicos del proyecto y sus criterios de éxito.	FASE D Adicional: 19. Entrega Informes de resultados técnicos.	FASE E Adicional: 20. Informe Final de resultados del proyecto 21. Declara productos tecnológicos del proyecto 22. Realiza publicaciones del proyecto 23. Transferencia de resultados al negocio. 24. Cierre Técnico y administrativo.

Proyecto de Investigación						
Código de la Fase	DESCUBRIMIENTO	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E
Documento técnico. Capítulo 2. Presentación siguiente Fase	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE A Alcance FASE A Cronograma de trabajo FASE A Presupuesto de la FASE A Hitos principales de la FASE A Equipo de trabajo y HH de la FASE A Plan de contratación y compras de la FASE A (Si aplica) 	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE B Alcance FASE B Cronograma de trabajo FASE B Presupuesto de la FASE B Hitos principales de la FASE B Equipo de trabajo y HH de la FASE B Plan de contratación y compras de la FASE B 	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE C Alcance FASE C Cronograma de trabajo FASE C Presupuesto de la FASE C Hitos principales de la FASE C Equipo de trabajo y HH de la FASE C Plan de contratación y compras de la FASE C Listado de Riesgo de la FASE D y E 	<p>Se desarrolla el plan detallado de investigación el cual debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias:</p> <ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE D Alcance FASE D Cronograma de trabajo FASE D Presupuesto de la FASE D Hitos principales de la FASE D Equipo de trabajo y HH de la FASE D Plan de contratación y compras de la FASE D Listado de Riesgo de la FASE D y E Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE D y E 	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE E Alcance FASE E Cronograma de trabajo FASE E Presupuesto de la FASE E Hitos principales de la FASE E Equipo de trabajo y HH de la FASE E Plan de contratación y compras de la FASE E Listado de Riesgo de la FASE E 	
Informes de Seguimiento		<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT

ANEXO D. Detalle de Esquema Proyecto de Desarrollo de Tecnología

Proyecto de Desarrollo de Tecnología						
Código de la Fase	DESCUBRIMIENTO	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E
Objetivo de la Fase	Identificar ideas que tienen potencial de convertirse en proyectos de investigación.	Realizar Investigación Preliminar para el desarrollo de tecnología	Definir concepto de tecnología	Desarrollar concepto de tecnología	Desarrollar y verificar la tecnología	Evaluación Post Desarrollo de la tecnología
Responsable	Todos	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto
Tomador de la Decisión	Jefe de Centro	Jefe de Centro y/o Gerente de mercadeo y/o Jefe departamento	Director ICP y/o Gerente del negocio	Director ICP y/o Gerente del negocio	Gerente y/o Vicepresidente de Negocio	Gerente y/o Vicepresidente de Negocio
Origen del Presupuesto	Gastos	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Inversión	Inversión	Inversión
Alcance de la Fase	Se documentan las ideas en el Banco y se realiza una evaluación para determinar su potencial para convertirse en proyecto.	Se establecen los objetivos preliminares del proyecto de desarrollo, se identifican los temas de investigación y desarrollo a trabajar y se hace una evaluación preliminar del mercado.	Se evalúan los conceptos de tecnología identificados en la fase anterior a escala laboratorio, se establecen los requerimientos para el desarrollo del concepto, se establecen las especificaciones iniciales de la tecnología y se perfecciona el entendimiento de los riesgos técnicos y de mercado.	Se prueban a nivel de prototipo los conceptos de tecnología, se refinan sus especificaciones y se establecen los requerimientos de información para el desarrollo, identificando las necesidades de escalado, se obtiene realimentación de clientes y se entienden los beneficios económicos y financieros, y los aspectos legales y regulatorios de la tecnología.	Se escala la tecnología a un nivel representativo de su uso comercial, se obtienen los datos finales requeridos para el desarrollo del diseño y la especificación de equipos, se determina la aceptabilidad de la tecnología a escala industrial, se desarrollan suficientes pruebas y datos que satisfagan evaluaciones de usuarios finales y se muestra que se han resuelto suficientemente inquietudes del usuario.	Se hace una revisión de todo el desarrollo de la tecnología con el fin de obtener lecciones aprendidas y hacer un cierre técnico y administrativo del proyecto.
Lista de chequeo Documento técnico. Capítulo 1. Presentación Sanción Fase.	<p>DESCUBRIMIENTO</p> <ol style="list-style-type: none"> Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto La palanca de valor a la que aporta el proyecto Problema práctico que se quiere resolver La pregunta de investigación que se va a resolver Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación Problema de investigación Tipo de proyecto 	<p>FASE A</p> <p>Ratifica los puntos de la fase de descubrimiento:</p> <p>Adicional :</p> <ol style="list-style-type: none"> Listado de problemas de investigación y conceptos de tecnología con base en el estado del arte. Estado del arte de los conceptos de tecnología con mayor potencial para responder a la pregunta de investigación. (Incluye tecnologías que compiten) Entendimiento de las necesidades del usuario final y de las limitaciones tecnológicas y técnicas de los conceptos identificados. Evaluación preliminar del mercado de la tecnología. Evaluación de los riesgos tecnológicos y de mercado del desarrollo Selección de conceptos que a priori muestran mayor potencial 	<p>FASE B</p> <p>Ratifica los puntos de la fase B.</p> <p>Adicional:</p> <ol style="list-style-type: none"> Reportes de los resultados a escala laboratorio que muestran que el concepto de tecnología puede funcionar Especificaciones preliminares de la tecnología (Ingeniería conceptual) y una comparación con tecnologías competidoras que muestren los beneficios potenciales de desarrollo. Perfeccionamiento del Estudio de mercado preliminar Evaluación financiera actualizada con los datos de definición de concepto. Evaluación del riesgo técnico y del mercado del desarrollo de tecnología Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones 	<p>FASE C</p> <p>Adicional:</p> <ol style="list-style-type: none"> Reportes de los resultados a escala banco realizado en el desarrollo de concepto. Resultados o modelos que muestren de manera teórica que la tecnología es escalable a nivel comercial. Desarrollo de modelos y bases de datos con la información relevante de la tecnología. Ratificación del interés que los clientes tienen de implementar la tecnología si se muestra que es exitosa. Especificaciones técnicas de la tecnología ratificadas. Evaluación financiera actualizada con los datos de desarrollo de concepto. Evaluación del riesgo técnico y del mercado del desarrollo de tecnología Si aplica declaración de productos 	<p>FASE D</p> <p>Adicional:</p> <ol style="list-style-type: none"> Reportes de las pruebas de demostración de tecnología que validan su desempeño superior (incluye modelos, bases de datos, reportes técnicos). Especificaciones técnicas finales de la tecnología (desarrollo del paquete de tecnología). Evaluación financiera actualizada con los datos de la prueba de demostración. Evaluación del riesgo del mercado del desarrollo de tecnología Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones 	<p>FASE E</p> <p>Adicional:</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe Final de resultados del proyecto Balance de los productos tecnológicos, de la propiedad intelectual y de las publicaciones obtenidos en el proyecto Cierre Técnico y administrativo.

Proyecto de Desarrollo de Tecnología						
Código de la Fase	DESCUBRIMIENTO	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E
		muestra muestra notarial		37. Si aplica declaración de productos		
Documento técnico. Capítulo 2. Presentación siguiente Fase	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE A Alcance FASE A Cronograma de trabajo FASE A Presupuesto de la FASE A Hitos principales de la FASE A Equipo de trabajo y HH de la FASE A Plan de contratación y compras de la FASE A (Si aplica) 	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE B Alcance FASE B Cronograma de trabajo FASE B Presupuesto de la FASE B Hitos principales de la FASE B Equipo de trabajo y HH de la FASE B Plan de contratación y compras de la FASE B Listado de Riesgo de la FASE C y D Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE C y D <p>Se desarrolla el plan detallado de la fase de definición de concepto de tecnología (WBS nivel 4) .</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE C y D Alcance FASE C y D Cronograma de trabajo FASE C y D Presupuesto de la FASE C y D Hitos principales de la FASE C y D Equipo de trabajo y HH de la FASE C y D Plan de contratación y compras de la FASE C y D Listado de Riesgo de la FASE C y D Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE C y D <p>Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de desarrollo de concepto (WBS nivel 4) y desarrollo y verificación de tecnología(WBS nivel 3). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE D y E Alcance FASE D y E Cronograma de trabajo FASE D y E Presupuesto de la FASE D y E Hitos principales de la FASE D y E Equipo de trabajo y HH de la FASE D y E Plan de contratación y compras de la FASE D y E Listado de Riesgo de la FASE D y E Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE D y E <p>Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de desarrollo y verificación de tecnología (WBS nivel 4) y los planes de evaluación post desarrollo de la tecnología (WBS nivel 3). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE E Alcance FASE E Cronograma de trabajo FASE E Presupuesto de la FASE E Hitos principales de la FASE E Equipo de trabajo y HH de la FASE E Plan de contratación y compras de la FASE E Listado de Riesgo de la FASE E Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE E <p>Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de Evaluación Post Desarrollo (WBS nivel 4). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p> <p>El plan post desarrollo incluiría las acciones requeridas para apoyar la implementación de la tecnología si el negocio operativo decide implementarla inmediatamente después de terminar la fase de desarrollo y verificación.</p>	
Informes de Seguimiento		<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Lecciones aprendidas Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT

ANEXO E. Detalle de Esquema Proyecto de Desarrollo de Producto

Proyecto de Desarrollo de Producto							
Código de la Fase	DESCUBRIMIENTO	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E	FASE F
Objetivo de la Fase	Identificar ideas que tienen potencial de convertirse en proyectos de investigación.	Definir objetivos y alcance preliminares del desarrollo de producto	Construir caso de negocio del desarrollo de producto Realizar Investigación Preliminar para el desarrollo de producto	Desarrollar prototipo de producto	Pruebas y validación	Lanzamiento	Post Lanzamiento
Responsable	Todos	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto	Lider del proyecto
Tomador de la Decisión	Jefe de Centro	Jefe de Centro y/o Gerente de mercadeo y/o Jefe departamento	Director ICP y/o Gerente de mercadeo	Director ICP y/o Gerente del negocio	Director ICP y Gerente del negocio	Gerente y/o Vicepresidente de Negocio	Gerente y/o Vicepresidente de Negocio
Origen del Presupuesto	Gastos	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Bolsa de iniciativas (Gastos)	Inversión	Inversión	Inversión	Inversión
Alcance de la Fase	Se documentan las ideas en el Banco y se realiza una evaluación para determinar su potencial para convertirse en proyecto.	Se establecen los objetivos y alcance del proyecto de desarrollo de producto. Se desarrolla un esfuerzo de conceptualizar el producto a desarrollar. Adicionalmente contiene la recomendación de continuar o no con el desarrollo del producto.	Se refina el concepto de producto propuesto, se establecen los objetivos de mercado, y se definen la factibilidad técnica del desarrollo de producto.	Se desarrolla el prototipo del producto con pruebas realizadas dentro de la organización y un número limitado de pruebas con clientes. Se desarrollan también los planes de lanzamiento al mercado y operación. Se ratifica el análisis del negocio.	Se completan las pruebas del producto en la organización, se desarrollan pruebas extensivas del producto con clientes, se desarrolla una prueba de mercado, se realizan pruebas semicomerciales de producción y se preparan los planes detallados de lanzamiento.	Se ejecutan todos los planes que se diseñaron para el lanzamiento del producto en el mercado.	Se hace una revisión de todo el desarrollo del producto con el fin de obtener lecciones aprendidas y hacer un cierre técnico y administrativo del proyecto.
Lista de chequeo Documento técnico. Capítulo 1. Presentación Sanción Fase.	DESCUBRIMIENTO 1. Objetivo Estratégico al que le aporta el proyecto 2. La palanca de valor a la que aporta el proyecto 3. Problema práctico que se quiere resolver 4. La pregunta de investigación que se va a resolver 5. Mapa mental que muestra la pertinencia o relevancia de resolver el problema de investigación 6. Problema de investigación 7. Tipo de proyecto	FASE A Ratificar los puntos 1 a 7 de la fase de descubrimiento. Adicional: 8. Evaluación preliminar de mercado (evaluación del mercado potencial y su atraktividad, calibrar la posible aceptación del producto, determinar la situación competitiva y desarrollar un diseño preliminar del producto) 9. Evaluación técnica preliminar (desarrollo de las especificaciones preliminares del producto, definición preliminar de las tecnologías que podrían usarse para lograr esas especificaciones, evaluación de las capacidades tecnológicas propias y de las necesidades de alianzas, evaluación de la manufacturabilidad del producto y de las necesidades de subcontratación y evaluación de la situación de propiedad intelectual) 10. Evaluación preliminar financiera y de negocio (IPB) preliminar.	FASE B Ratifica los puntos de la fase A. Adicional : 10. Necesidades de los usuarios (se determinan los requerimientos del producto, se establece lo que es de valor y los beneficios para el cliente, se establecen las necesidades, deseos y preferencias para el cliente, sus criterios de selección) 11. Análisis de la competencia (Análisis detallado de la competencia. Se determina quienes son los competidores, se valoran sus fortalezas y debilidades y su modo de competencia, se establecen posibles productos futuros y su precio) 12. Análisis de mercado (Se establece tamaño del mercado, tendencias, segmentación, comportamiento de compradores y situación competitiva) 13. Evaluación técnica detallada (Desarrollo del concepto o diseño del producto, puede requerir algunas pruebas de laboratorio o modelar. Establece la solución técnica.	FASE C Ratifica los puntos de la fase B. Adicional: 18. Prototipo de producto desarrollado que satisface las necesidades, requerimientos del cliente y las especificaciones de producto desarrolladas. Incluye el reporte de las actividades técnicas del desarrollo y los resultados de las pruebas realizadas de desempeño del producto. 19. Estudios de mercado que confirman el potencial del producto a desarrollar 20. Ingeniería Conceptual de la producción del producto. Esto debe incluir las modificaciones de proceso para plantas existentes o de proceso nuevo si se requiere, se definen la cadena de suministro, se mejoran los estimados de costos de producción y requerimientos de capital, se resuelven todos los temas de HSEQ y se establece el plan de calidad de producto. 21. Análisis financiero y de negocio actualizado con base en la información del prototipo del producto y de la ingeniería.	FASE D Adicional: 25. Pruebas del producto terminadas que ratifican la satisfacción de las necesidades y requerimientos del cliente y las especificaciones de producto. Incluye el reporte de las actividades técnicas realizadas de las pruebas de validación tanto internas como con clientes. (Ensayos de usuario o de campo para el producto: para verificar que las funciones del producto bajo condiciones reales de uso son las adecuadas para medir las reacciones del cliente y para establecer la intención de compra). 26. Ensayos, limitados o pilotos de producción: para probar, arreglar o mejorar el proceso de producción y para determinar los costos de producción de una manera más exacta, lo mismo que los rendimientos. 27. Pre-prueba del mercado, prueba de mercado y ensayos de ventas: para medir la reacción del cliente, medir la efectividad del lanzamiento y determinar la posible participación del mercado a ingresar.	FASE E Adicional: 31. Informe de lanzamiento del producto (participación del mercado, aceptación del producto, nivel de ventas, percepción de calidad del cliente, desempeño de las cadenas de distribución de materias primas y de productos, ideas de mejoramiento del producto) 32. Informe de desempeño de manufactura, cumplimiento de especificaciones técnicas del producto, costo de manufactura, desempeño de la tecnología de manufactura, problemas de manufactura identificados, propuesta de acciones de mejoramiento). 33. Análisis financiero y de negocio (margen de ganancia obtenido, retorno de la inversión, cumplimiento del plan de inversión). 34. Si aplica declaración de productos tecnológicos, obtención de derechos de propiedad intelectual y publicaciones	FASE F Adicional: 35. Informe Final de resultados del proyecto 36. Balance de los productos tecnológicos, de la propiedad intelectual y de las publicaciones obtenidos en el proyecto 37. Cierre Técnico y administrativo.

Proyecto de Desarrollo de Producto							
Código de la Fase	DESCUBRIMIENTO	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E	FASE F
<p>Documento técnico. Capítulo 2.</p> <p>Presentación siguiente Fase</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE A Alcance FASE A Cronograma de trabajo FASE A Presupuesto de la FASE A Hitos principales de la FASE A Equipo de trabajo y HH de la FASE A Plan de contratación y compras de la FASE A (Si aplica) 	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE B Alcance FASE B Cronograma de trabajo FASE B Presupuesto de la FASE B Hitos principales de la FASE B Equipo de trabajo y HH de la FASE B Plan de contratación y compras de la FASE B <p>Se desarrolla el plan detallado de la fase de Construcción del caso de negocio (WBS nivel 4), Desarrollo del prototipo del producto (WBS nivel 3), planes preliminares de prueba y validación (WBS nivel 2) y lanzamiento (WBS nivel 1).</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE C Alcance FASE C Cronograma de trabajo FASE C Presupuesto de la FASE C Hitos principales de la FASE C Equipo de trabajo y HH de la FASE C Plan de contratación y compras de la FASE C Listado de Riesgo de la FASE C y D Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE C y D <p>Se desarrolla el plan detallado de la fase de desarrollo del producto (WBS nivel 4) y los planes preliminares de prueba y validación (WBS nivel 3) y lanzamiento (WBS nivel 2). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p>	<p>Desarrollo de los planes detallados de las Fases de Pruebas extendidas y validación y Lanzamiento de producto.</p> <ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE D y E Alcance FASE D y E Cronograma de trabajo FASE D y E Presupuesto de la FASE D y E Hitos principales de la FASE D y E Equipo de trabajo y HH de la FASE D y E Plan de contratación y compras de la FASE D y E Listado de Riesgo de la FASE D y E Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE D y E <p>Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de Pruebas extendidas y validación (WBS nivel 4) y los planes de Lanzamiento (WBS nivel 3). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE E y F Alcance FASE E y F Cronograma de trabajo FASE E y F Presupuesto de la FASE E y F Hitos principales de la FASE E y F Equipo de trabajo y HH de la FASE E y F Plan de contratación y compras de la FASE E y F Listado de Riesgo de la FASE E y F Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE E y F <p>Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de Lanzamiento (WBS nivel 4) y los planes revisión post lanzamiento (WBS nivel 3). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Objetivo FASE F Alcance FASE F Cronograma de trabajo FASE F Presupuesto de la FASE F Hitos principales de la FASE F Equipo de trabajo y HH de la FASE F Plan de contratación y compras de la FASE F Listado de Riesgo de la FASE F Plan de tratamiento de los riesgos de la FASE F <p>Se desarrollan estos planes detallados de la Fase de Post lanzamiento (WBS nivel 4). El proyecto debe contener los requerimientos de DPY y Colciencias.</p>	
<p>Informes de Seguimiento</p>		<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Resultados técnicos Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT Informe anual al CIT 	<p>Presentaciones en el comité de proyectos de :</p> <ol style="list-style-type: none"> Lecciones aprendidas Los requeridos por DPY Sanción Fase <p>Otros informes</p> <ol style="list-style-type: none"> Informe de la Fase al CIT

ANEXO F. Detalle del portafolio del ICP para el 2014

