

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

E. A. P. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Planeamiento de costos de productos nuevos mediante
programación lineal y MPR:**

aplicación a la industria cosmética

TESIS

para optar el título de Ingeniero Industrial

AUTOR

José Luis Acero Chávez

ASESOR

Eduardo Raffo Lecca

Lima-Perú

2009

Dedicado a:

Mis padres por su esfuerzo y apoyo constante

INDICE

CUADRO DE TABLAS Y FIGURAS	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I. EL SECTOR INDUSTRIAL	7
I.1 Industria Cosmética.....	8
I.1.1 Amenazas de entrada de nuevas empresas	9
I.1.2 Poder de negociación de proveedores	9
I.1.3 Poder de negociación de compradores	9
I.1.4 Amenazas de productos sustitutos	9
I.1.5 La rivalidad entre los competidores	10
I.2 Características de la industria.....	13
I.3 Industria cosmética en el Perú.....	13
I.4 Descripción de la empresa	16
I.4.1 Corporación BELCORP.....	16
I.4.2 EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE	17
I.4.2.1 Breve Reseña Histórica	17
I.4.2.2 Estructura Organizacional	17
I.4.3 Descripción de Productos de ETI	19
I.4.3.1 Productos elaborados por el Área de Desarrollo Químico	19
I.4.3.2 Productos elaborados por el Área de Desarrollo de Envases ..	19
I.4.3.3 Descripción de los Procesos de BELCORP.....	20
I.4.3.4 Descripción de los Procesos de ETI	21
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO: TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS NUEVOS	27
II.1 La problemática del control de proyectos	28
II.2 Técnicas de planificación de productos nuevos	30
II.3 PERT - CPM.....	30
II.4 Programación lineal.....	32
II.5 Programación lineal entera.....	35
II.6 Planeamiento de Requerimientos de Material MRP	35
II.7 Elementos de un sistema MRP	36
II.7.1 Plan Maestro de Producción	38
II.7.2 Archivo de lista de Materiales	38
II.7.3 Archivo de Datos de Inventario o Registro de Inventario	40
II.7.4 Procesador MRP	40
II.8 Soluciones Actuales PLM.....	41
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN	43
III.1 Planteamiento del Problema.....	44
III.1.1 Costos Objetivo	47

III.2 Justificación del Problema	48
III.2.1 Justificación del Problema para la empresa en estudio	49
III.3 Objetivos	48
III.3.1 Objetios Generales	50
III.3.2 Objetios Específicos	50
III.4 Hipótesis	51
III.5 Variables y definiciones	51
III.6 Metodología.....	52
III.7 Elaboración del presupuesto de Investigación y Desarrollo	53
III.7.1 Cálculo de los costos unitarios por proyecto	58
III.7.2 Listado de actividades para el desarrollo de un producto nuevo tipo	62
III.8 Método 1: Método asignación histórica (inicial)	64
III.9 Método 2: Aplicación de las técnicas PERT y CPM	64
III.10 Método 3: Aplicación de la programación lineal.....	67
III.10.1 Formulación del problema usando programación lineal	67
III.10.1.1 Función Objetivo	68
III.10.1.2 Restricciones de Costo	68
III.10.1.3 Restricciones de Marketing.....	73
III.10.1.4 Restricciones de Rentabilidad de Cartera.....	73
III.10.1.5 Otras Restricciones	74
III.10.1.6 Consideraciones preliminares a la solución	75
III.10.1.7 Solución del problema usando programación lineal	76
III.10.1.8 Interpretación de los resultados.....	78
III.11 Método 4: Aplicación del MRP	79
III.11.1 Lista de Materiales	79
III.11.2 Plan Maestro de Producción	82
III.11.3 Estado de Inventarios.....	82
III.11.4 Ejecución del MRP.....	83
III.11.5 Integración del método de programación lineal y el MRP	85
III.11.6 Dinámica del MRP	88
III.12 Demostración de la hipótesis planteada	89
III.13 Procedimiento de planificación de costos de productos nuevos	90
III.14 Cuadro comparativo de las técnicas analizadas	93
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
IV.1 CONCLUSIONES	95
IV.2 RECOMENDACIONES.....	97
ANEXO 1 : Tabla comparativa de softwares PLM Medianas empresas	97
ANEXO 2 : Planeamiento para el desarrollo de productos en BELCORP	100
ANEXO 3 : Determinación de porcentajes de inversión en Investigación y Desarrollo	101
ANEXO 4 : Consideraciones en la estimación de costos para productos nuevos.....	102

ANEXO 5 : Determinación de los valores mínimos de productos	103
ANEXO 6 : Cálculo del TREMA para los proyectos de productos nuevos	105
ANEXO 7 : Resultados del Management Scientist v 6.0 para el problema PL	106
ANEXO 8 : Resultados del Excel OM para la cartera de productos	108
BIBLIOGRAFÍA.....	115
Páginas Web Consultadas.....	116

CUADRO DE TABLAS Y FIGURAS

Tipo	Descripción	Pág
Tabla I.1	Mercado global de cosméticos coloridos	11
Tabla I.2	Participación (%) de la marca – Cosméticos coloridos global	12
Tabla I.3	Participación (%) de las compañías – Cosméticos coloridos global	12
Figura I.1	Respuesta de la preferencia de los consumidores a determinada Marca de Cosméticos	15
Figura I.2	Respuesta de la preferencia de los consumidores a volver a comprar una marca de maquillaje	15
Figura I.3	Organigrama de EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE	18
Figura I.4	Macroprocesos de BELCORP	21
Figura I.5	Procesos Operativos de BELCORP	21
Figura I.6	Diagrama de Procesos para el Diseño y Desarrollo de Productos Nuevos de EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE	24
Figura I.7	Flujograma del Desarrollo de un Productos Nuevo – Desarrollo Químico de ETI	25
Figura I.8	Flujograma del Desarrollo de un Producto Nuevo – Desarrollo de Envases de ETI	26
Figura II.1	Gestión de múltiples proyectos	29
Figura II.2	Estructura del Sistema MRP y sus elementos de entrada	36
Figura II.3	Esquema de la estructura de un producto	39
Figura II.4	Registro básico del procesador MRP	41
Figura III.1	Diagrama de tiempos, actividades y costos estimados por actividad para el tipo de producto Cosmético	44
Figura III.2	Diagrama de tiempos, actividades y costos estimados por actividad para el tipo de producto Innovación	45
Figura III.3	Diagrama de tiempos, actividades y costos estimados por actividad para el tipo de producto OTC	46
Tabla III.1	Costos Objetivo mensuales a cumplir, estimado como proporción de las ventas del último año	47
Tabla III.2	Porcentaje de composición de la cartera del total de Productos Nuevos	47
Tabla III.3	Pérdidas por mala estimación en el número y tipo de proyectos de productos nuevos	49
Tabla III.4	Listado de Costos Fijos para el CeCo: Gerencia de Investigación y Desarrollo	53
Tabla III.5	Listado de Costos Fijos para el CeCo: Gerencia de Desarrollo Químico	54
Tabla III.6	Listado de Costos Fijos para el CeCo: Gerencia de Desarrollo de Envases	54
Tabla III.7	Presupuesto para el 2005 - Investigación y Desarrollo. Cifras en US \$ Dólares Americanos	55
Tabla III.8	Presupuesto agrupado por áreas (CeCo) de Investigación y Desarrollo	56
Tabla III.9	Composición de Costos Fijos y Variables dentro del Presupuesto	56
Tabla III.10	Asignación de los Costos estándares del proyecto a los CeCos del Presupuesto de Investigación y Desarrollo	57
Figura III.4	Flujograma del Procedimiento de Creación de materiales en el sistema	59

Figura III.5	Diagrama Operativo y calculo de tiempos estimados más probables	60
Figura III.6	Plan de diseños con las actividades a realizarse para un producto nuevo	63
Figura III.7	Diagrama de Red para el producto cosmético	65
Tabla III.11	Resumen del proyecto PERT- CPM	66
Tabla III.12	Cuadro de Costos por tipo de producto en US \$ distribuido por meses	69
Tabla III.13	Resumen de los resultados del problema de Programación Lineal	76
Tabla III.14	Resumen de los resultados del problema de Programación Lineal relajado	77
Figura III.8	Diagrama de árbol de las actividades que componen el Producto Cosmético	80
Figura III.9	Diagrama de árbol de las actividades que componen el Producto Innovación	80
Figura III.10	Diagrama de árbol de las actividades que componen el Producto OTC	77
Tabla III.15	Plan de lanzamiento de productos nuevos	82
Figura III.11	Ejecución del MRP para los próximos 12 meses, del tipo de producto cosmético, se incluye las actividades Prueba Industrial Perú y Prueba Industrial Colombia	84
Tabla III.16	Resultado del MRP tomando para la solución encontrada con PL	87
Tabla III.17	Resultado de los costos de estimación de los diferentes métodos	89
Figura III.12	Procedimiento de planificación de productos nuevos sugerido	92
Tabla III.18	Cuadro comparativo de las técnicas analizadas	93

INTRODUCCIÓN

Un proceso de lanzamiento de productos nuevos puede convertirse en una ventaja competitiva si está correctamente administrada. Los productos nuevos tienen que tratarse como proyectos con sus restricciones de costos y tiempos, para ello, una planificación y control adecuado de los recursos escasos se vuelve preponderante si se quiere conseguir lanzar al mercado productos con la rapidez y eficacia requerida.

En la industria cosmética es muy importante tener en cuenta estos factores. En este trabajo se plantea un procedimiento que usa diferentes técnicas de Ingeniería Industrial para tratar de establecer un Plan de lanzamiento de productos nuevos que cubra las principales restricciones y consideraciones del entorno, respetando los planes estratégicos de largo plazo de una compañía.

Analizamos las técnicas clásicas de programación y control de proyectos como el PERT y CPM, para luego obtener soluciones mediante la programación lineal que toma en cuenta un mayor número de restricciones, finalmente complementamos esta técnica con el MRP, que, a pesar de tener su aplicación natural a la planeación de materiales, en este trabajo se utiliza su lógica para planificar los costos de los productos nuevos y mediante sucesivas iteraciones obtener conjuntos de solución factibles que permitan cubrir un amplio espectro de situaciones estratégicas. Con esto, se busca establecer un procedimiento que guíe, a quien enfrente este tipo de problemas, un curso de acción que le permita encontrar una solución factible y eficiente a su entorno.

CAPÍTULO I:

EI SECTOR INDUSTRIAL

I.1 Industria cosmética

La cosmética hoy en día a pasado de ser un asunto de vanidad a un gran negocio de miles de millones de dólares alrededor del mundo, ya los antiguos egipcios conocían las propiedades de ciertos compuestos y minerales que daban una apariencia mas resaltante y distinguía a las personas, en muchos casos y culturas eran muestras de estatus social y poder. La cosmética ha ido evolucionando durante los siglos a la par del concepto de belleza, desde simple aplicaciones a sofisticados compuesto que prometían la preciada juventud y en muchos casos salud. El siglo XX mostró un destacado desarrollo en esta industria al ver nacer a las primeras grandes marcas que hoy en día gozan de un envidiable desarrollo, sin embargo no es hasta finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, con la globalización y sobre todo las aperturas culturales, que esta industria a tomado posiciones respetables en el mundo de los negocios generando fuertes cantidades de ingresos y un público cada vez más ávido de nuevos productos.

La industria cosmética a nivel mundial ha mostrado durante los últimos años una tendencia creciente, generado por el mayor consumo por persona y la expansión de nuevos mercados, las personas se encuentran a la par de la moda para consumir más cosméticos y por otro, lado la penetración de mercados ha ido en crecimiento, muchos países, especialmente los asiáticos, africanos y latinoamericanos, han crecido en el consumo de cosméticos. Otro sector que ha generado la demanda de estos productos ha sido la ampliación de los mercados ya existentes, por ejemplo hoy en día de diseña y vende cosméticos para niños y para varones, estos últimos grupos de consumidores tienen una alta expectativa de crecimiento. Los primeros productos ya están siendo vendidos con mucho éxito.

Para el presente trabajo haré una breve introducción a la industria basado en los conceptos de Michael Porter en sus libros “Ventaja competitiva” y “Estrategia Competitiva”, donde mostrare brevemente la importancia de generar nuevos productos dentro de una estrategia de diferenciación. Según Porter para analizar una industria debemos tomar en cuenta las cinco fuerzas competitivas esta son:

I.1.1 Amenazas de entrada de nuevas empresas:

Las barreras de entrada de esta industria radica básicamente en el poder de conseguir y mantener una fuerza de ventas que permita ingresos constantes a la empresa, ya sea a través de un canal tradicional como el de “puerta en puerta” o a través de tiendas exclusivas. Otro factor que limita la entrada de nuevas empresas es la alta inversión en publicidad, es decir publicidad que llegue a los mercados objetivos, esta publicidad no solo tiene que ser efectiva y constante sino que debe generar una imagen de marca.

I.1.2 Poder de negociación de proveedores:

Existe un relativo poder de negociación de los proveedores con respecto a la empresa si tomamos en cuenta que la mayoría de insumos de la industria cosmética son compuestos químicos, muchos de ellos patentados que dan un poder monopólico al proveedor que los suministra, en ese sentido los proveedores establecen ciertas condiciones de venta. Para contrarrestar estas ventajas es conveniente mantener una mayor comunicación y acercamiento, por ejemplo mantener oficinas en lugares donde se concentran la mayor cantidad de proveedores de la industria como Francia e Italia, como actualmente se hace.

I.1.3 Poder de negociación de compradores:

Los compradores están conformados básicamente por mujeres, de distintas edades y estratos socio-económicos, con una fuerte presencia de la mujer trabajadora y progresista. Al existir un alto número de compradoras su poder de negociación es relativamente bajo frente a las empresas cosméticas. Sin embargo, hay que tener en cuenta un factor muy importante que favorece a las consumidoras y es, el poder de selección, al existir un gran número de marcas en el mercado, las mujeres tienen el poder de elegir las que mejor cubra sus expectativas y, en ese sentido, tener cierto poder sobre lo que deben entregar las empresas al mercado.

I.1.4 Amenaza de productos sustitutos:

Los cosméticos dependiendo de los mercados muestran cierta elasticidad con respecto al precio, es decir incrementos en el precio generaría que la gente

compre otro tipo de producto que sustituya lo que desean. Teniendo en cuenta que los cosméticos “embellecen” la mayoría de los mercados muestran baja elasticidad al precio. El poder de sustitución es mayor en esta industria cuando se presentan productos novedosos, ya que el mercado de estos productos siempre esta al tanto de la moda y por consiguiente de los nuevos lanzamientos, la amenaza es menor para aquellas empresas que están permanentemente innovando.

I.1.5 La rivalidad entre los competidores:

La industria cosmética muestra una dinámica bastante creciente en los últimos tiempos (ver tabla I.1) existen marcas posicionadas en diferentes rubros y segmentos de mercado que tienen en muchos casos estatus de culto. Sin embargo no existen líderes completamente marcados (ver tabla I.2 y I.3). El crecimiento y la competencia en esta industria esta fuertemente marcada por la innovación, la mayoría de líderes o que ocupan una posición respetable en las listas mostradas tiene algún tipo de estrategia de innovación y crecimiento. Por lo cual se genera una fuerte competencia en los mercados ya establecidos como en los nuevos.

Michael Porter establece que mientras la mejor estrategia para cualquier empresa depende de sus circunstancias particulares, en general una empresa sólo puede ocupar tres posiciones para poder contrarrestar con éxito las cinco fuerzas competitivas a largo plazo. Es por ello que la estrategia de diferenciación enfocada es una de las estrategias favoritas en esta industria. Esta es llevada a la práctica a través de la Innovación en nuevos productos de belleza.

	Tamaño del Mercado 2004	Crecimiento 2003/2004 (%)	Crecimiento 2000/2004 (%)
Cosméticos Coloridos	32.7	2.3	15.2
Maquillaje facial	11.6	1.0	10.0
Foudation/concealer	7.8	0.5	9.5
Blusher/bronzer/highliter	1.3	3.2	10.3
Polvo	2.1	1.2	8.3
Otros maquillajes faciales	0.5	4.0	25.7
Maquillaje de ojos	8.3	4.3	21.8
Máscara	3.9	6.1	30.6
Sombra	2.2	2.1	14.9
Delineador/lápiz	1.7	3.1	13.3
Otros maquillajes de ojos	0.4	4.8	21.1
Productos para labios	9.4	3.1	19.9
Lápiz de labios	6.2	0.8	13.3
Gloss	2.0	8.9	40.0
Contorno/lápiz	0.8	4.0	15.3
Otro productos para labios	0.5	9.7	58.2
Productos para uñas	3.4	0.2	6.7
Barniz de uñas	2.5	0.3	5.5
Tratamiento/fortalecedor de uñas	0.4	0.8	13.7
Quitaesmaltes	0.3	-1.2	-0.9
Otros productos para uñas	0.1	0.4	42.7

Tabla I.1: Mercado global de cosméticos coloridos US \$ billones - fijado como porcentaje. Fuente: Vol. 5, Enero – Marzo 2006 GCI Latinoamérica.

Marca	Compañía	Participación 2004 (%)
Germen/Maybeline/Jade	Grupo L´Oreal	7.4
Avon	Avon Products Inc	5.4
L´Oreal Paris	Grupo L´Oreal	5.3
Lancôme	Grupo L´Oreal	4.0
Clinique	Estée Lauder Cos Inc	3.6
Revlon	Revlon Inc	3.3
Estée Lauder	Estée Lauder Cos Inc	2.9
Max factor	Procter & Gamble Co	2.8
Cover Girl	Procter & Gamble Co	2.7
Shiseido	Shiseido Co Ltd	2.2
Otras		60.4
Total		100.0

Tabla I.2 : Participación (%) de la marca – Cosméticos coloridos global US \$ billones – fijado como porcentaje. Fuente: Vol. 5, Enero – Marzo 2006 GCI Latinoamérica.

Compañía	Participación 2004 (%)
Grupo L´Oreal	18.7
Estée Lauder Cos Inc	9.0
Procter & Gamble Co	-
Avon Products Inc	-
Shiseido Co Ltd	-
Revlon Inc	-
Coty Inc	3.5
Chanel SA	2.6
Kanebo Cosmetics Inc	2.2
Alticor Inc	2.1
LVMH Moët Hennessy Louis Vuitton	2.0
Kosé Corp	2.0
Otras	36.1
Total	100.0

Tabla I.3: Participación (%) de las compañías – Cosméticos coloridos global US \$ billones fijado como porcentaje. Fuente: Vol.5, Enero-Marzo 2006 GCI Latinoamérica.

I.2 Características de la industria.

En base a informes del sector y revistas especializadas podemos concluir que la industria presenta las siguientes características:

- Tiene que adaptarse rápidamente a las tendencias del mercado (velocidad).
- Se necesita invertir en investigación y desarrollo, así como en el lanzamiento de productos nuevos rentables.
- Está fuertemente influenciado por la televisión, la moda y las pasarelas mundiales.
- Existen marcas con estatus de culto cuya publicidad se basa en el prestigio que tienen.
- Influenciado por el nivel de empleo; mayor nivel de empleo, mayor nivel de gasto en cosméticos, en países desarrollados.
- Existe diferencias en cuanto al crecimiento de la industria entre los mercados desarrollados y los mercados emergentes.
- Industria sensible al crecimiento de la población urbana.
- Tendencia de tiendas exclusivas a ampliar sus líneas de venta de productos a cosméticos de color.
- Tendencia a ingresar y crecer en el mercado masculino.
- Uno de los principales canales de venta y distribución es a través de la venta directa o de puerta en puerta.
- Necesidad de atraer a los jóvenes y aspirantes ultramodernos.
- El empaque juega un papel importante en el éxito del producto.

I.3 Industria cosmética en el Perú

Aunque el mercado peruano está rezagado en cuanto a consumo *per cápita* este ha crecido por encima del mundial y el latinoamericano, y según Roberto Castro gerente de *Unique* (uno de los principales competidores del mercado) se espera que siga creciendo, muchas tendencias permiten afirmar eso¹: hoy en día existe más conciencia en temas de belleza y salud, así como exigencias de calidad. De otro lado el segmento masculino esta creciendo a

¹ Entrevista a Roberto Castro, revista SEMANA ECONÓMICA pag 12, 15 Enero del 2006.

pasos agigantados, la tendencia “metrosexual” aún no ha llegado al nivel de otros países, pero sí está comenzando a impulsar el surgimiento de nuevos productos.

El canal de venta de estos productos es mediante la venta directa, es decir a través de vendedoras conocidas también como consultoras que van de puerta en puerta ofreciendo mediante un catálogo los productos a las amas de casa. El segundo canal en importancia es a través de tiendas. La proporción de venta es aproximadamente 60% para el primer canal y 40% para el segundo canal.

Desde el punto de vista de participación del mercado nacional, éste, está básicamente compartido por empresas de origen nacional y en menor proporción por la internacional Avon. La nacional Belcorp, con presencia en varios países de la región, ha logrado posicionar con éxito no solo la marca *Ebel* sino también otras de su portafolio (*Esika* y *Cyzone*) en el gusto femenino, (39.6% de mujeres afirma cargar un producto Ebel)². No obstante se aprecia que en los sectores A y B, la marca *Unique* obtiene 35.5% y 59.3% respectivamente, en cuanto a lo que las consumidoras dicen preferir. Se muestra, así, como una marca más sofisticada frente a la competencia de Belcorp.

Y si bien *Unique* ocupa el segundo lugar en la lista de recordación y afirmación de consumo, con 22.2% y 38.2% respectivamente, obtiene el primer lugar respecto a la marca que sería adquirida en una próxima compra, con 29,7%. Supera a *Ebel*, que se queda con 24.4%. De este modo, se observa una clara preferencia por marcas locales, dejando a internacionales, como *Elizabeth Arden*, en la categoría Otros con el 5.2%.

² Encuesta realizada por Arellano Investigación y Marketing publicada en Suplemento DIA 1 de “El Comercio” pag. 28 ; lunes 21 de mayo del 2007.

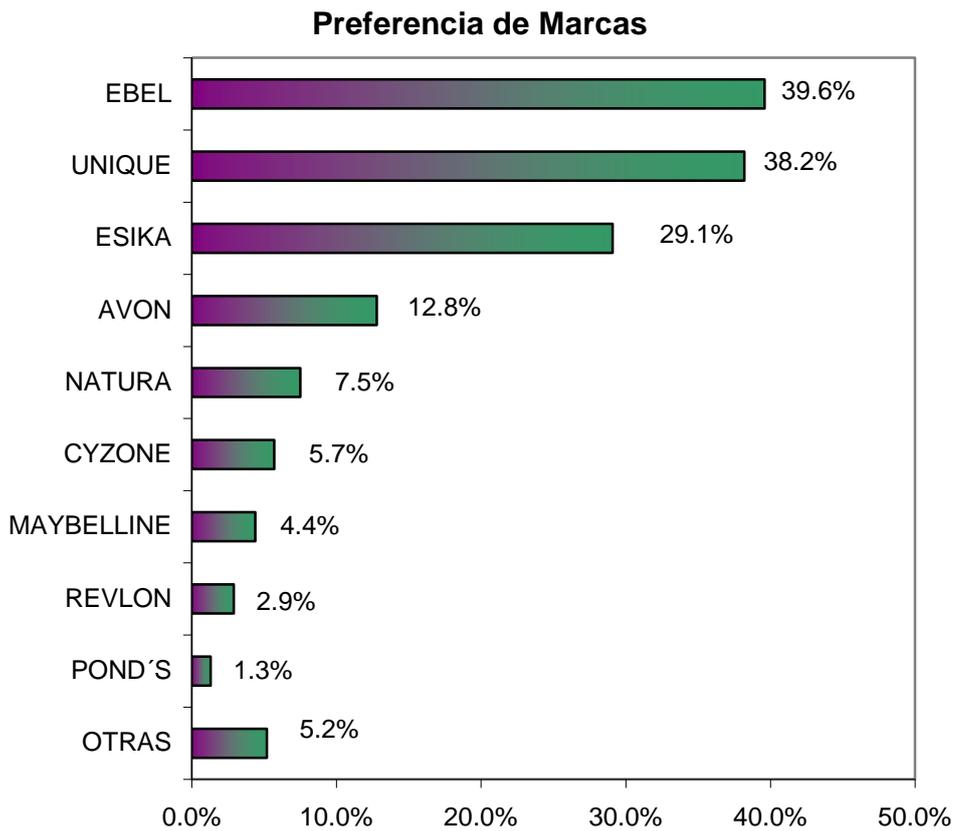


Figura I.1 Respuesta de la preferencia de los consumidores a determinada Marca de Cosméticos (fuente : Arellano Investigadores de Mercado, Lima - 2007)

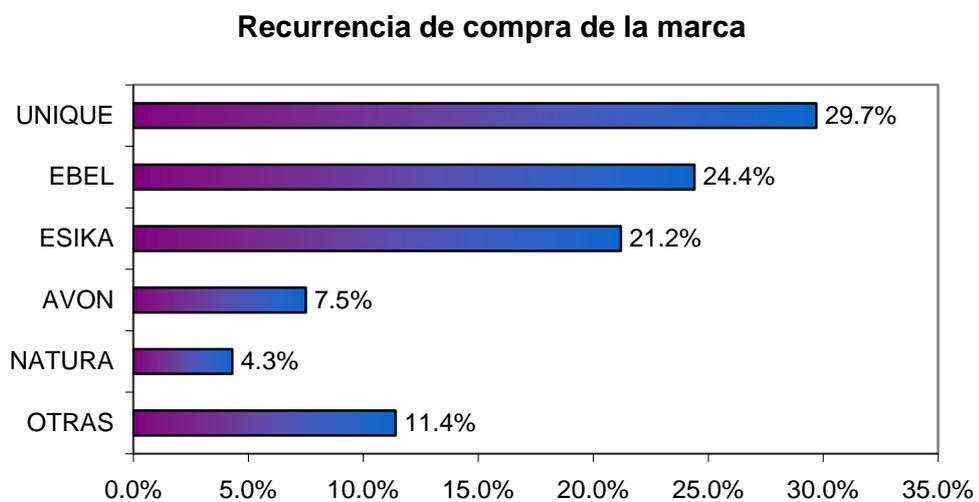


Figura I.2 Respuesta de la preferencia de los consumidores a volver a comprar una marca de maquillaje (fuente: Arellano Investigadores de Mercado, Lima - 2007)

I.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

I.4.1 Corporación BELCORP

BELCORP es una corporación internacional multimarcas con más de 40 años de experiencia en la producción y comercialización de productos de belleza. Tiene como Visión: *"Acercar a la mujer a su ideal de belleza, bienestar y realización personal"*.

Y como Misión: *"Somos la Corporación Latinoamericana que atiende al mayor número de mujeres latinas, ofreciéndoles productos de belleza de alta calidad a través de un servicio personalizado. Trabajamos con gente comprometida en el logro de altas metas empresariales, personales y familiares"*.

Los socios que hoy conforman Belcorp empezaron su larga y fructífera trayectoria en el mundo de la cosmética distribuyendo marcas de belleza de prestigio a través de la concesión de franquicias. En su proceso de expansión, llega estar presente en 14 países, con una fuerza de ventas de más de 250,000 representantes.

Hoy en día se tiene operaciones en: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, México, Perú, Puerto Rico, República Dominicana y Venezuela.

EBEL, es la marca principal de la Corporación BELCORP. Es una marca exclusiva de productos especializados en tratamiento facial, con la última tecnología francesa. EBEL, también incluye en su portafolio, maquillaje tratante para un cuidado integral de la piel, y fragancias de esencias y empaque exclusivos, creado por prestigiosos ateliers europeos.

Los componentes de sus fórmulas son desarrollados por el Centre de *Biodermatologie des Laboratoires Sérobiologiques*, en Francia, y EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE, en Perú.

Con una facturación anual (para el 2006) de aproximadamente 750 millones de dólares, el Objetivo principal es alcanzar una facturación de 1,000 millones de dólares a nivel internacional y la penetración a mercados como Asia y Europa.

I.4.2 EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE

I.4.2.1 Breve Reseña Histórica:

Hace 20 años, se creó en la Compañía Productos FAVEL S.A., el departamento de Investigación y Desarrollo, bajo la dirección del Dr. Roland Carranza, realizando las primeras investigaciones y desarrollos para los productos YANBAL.

En el año 1991, el Dpto. de Investigación y Desarrollo, se constituyó como una empresa independiente con el nombre de DEPROTEC (Desarrollo de proyectos técnicos).

En el mes de Octubre de 1994, nuevamente es fusionado a Productos FAVEL, pasando a ser el departamento de Investigación y Desarrollo, ubicándose en la planta actual de los Olivos.

En enero de 1998, el grupo EBEL INTERNATIONAL LTD. Adquiere el departamento de Investigación y Desarrollo de FAVEL y se forma así la compañía ETISA (EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE S. A.).

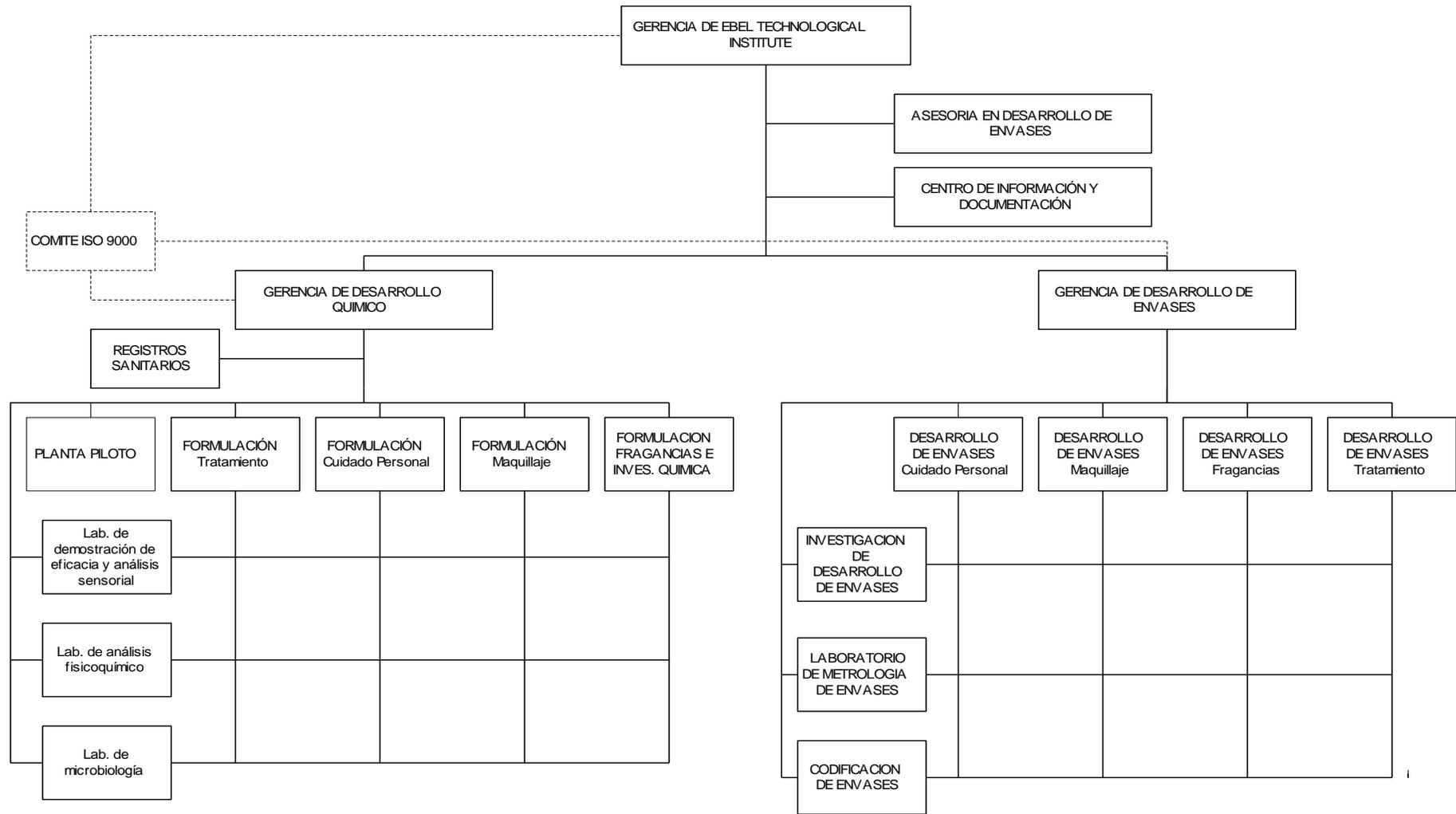
En enero de 1999, por acuerdo del directorio, ETISA pasó a formar parte de la corporación EBEL INTERNATIONAL LTD. (Hoy BELCORP), como departamento de Investigación y Desarrollo Corporativo.

EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE, como departamento corporativo se dedica al Diseño y Desarrollo de nuevos productos, (nuevas formulas y diseño de envases) requeridos por las distintas empresas que conforman la Corporación.

I.4.2.2 Estructura Organizacional:

La estructura Organizacional está definida por un organigrama mixto, por procesos y matrices, incluyendo una Unidad Estratégica de Negocios y una estructura "Telaraña" para el Comité ISO 9001 (Ver figura I.3)

Figura I.3: Organigrama de EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE (fuente : Registros ETI)



I.4.3 Descripción de Productos de ETI

El principal producto de ETI es la información del diseño y desarrollo de nuevos productos cosméticos, esta información se entrega al cliente (La Corporación) a través de un documento llamado *Carpeta de Producto*, el cual es un consolidado de la información elaborada por las áreas de Desarrollo Químico y Desarrollo de Envases.

I.4.3.1 Productos elaborados por el Área de Desarrollo Químico

- Fórmulas Patrón de Bulk y/o Concentrados
- Especificaciones Técnicas de Bulk y/o Concentrados
- Especificaciones Técnicas de Materias Primas
- Información para Registro y/o Inscripción del producto
- Métodos Operatorios de Fabricación
- Rotulado de Ingredientes
- Patrones de Bulk y/o Concentrados
- Patrones de Materias Prima
- Fichas de Compra de Materias Primas.

I.4.3.2 Productos elaborados por el Área de Desarrollo de Envases

- Especificaciones Técnicas de Componentes de Envases
- Especificaciones Técnicas de Producto Terminado
- Planos de Componentes de Envases
- Códigos de Componentes de Envases
- Formula de Productos (Lista de materiales)
- Bocetos dimensionados
- Prototipos de Componentes de Envases
- Prototipos de Productos Terminados
- Informes de Evaluación de Componentes
- Requerimientos de Moldes
- Patrones de Componentes de Envases
- Diagramas de Ensamble de Producto
- Fichas de Embalaje

- Diagramas de Estibamiento
- Informes de pruebas de transporte de Productos Terminados.
- Informes de Producción de Productos Nuevos
- Patrones de Productos Terminados.

I.4.3.3 Descripción de los Procesos de BELCORP

ETI al pertenecer a una compañía se encuentra integrada bajo la siguiente estructura de procesos:

Procesos Estratégicos Aquellos procesos cuyo objetivo es dirigir a la organización hacia el logro de los resultados para el cumplimiento de la Visión, Misión y Objetivos.

Procesos Operativos Procesos involucrados directamente en la cadena de valor para la realización del producto que impactan la satisfacción del Cliente/Consumidor.

Procesos de Soporte Procesos cuyo objetivo es apoyar en el logro de los resultados de los procesos operativos y suministrar los recursos requeridos.

A continuación se muestra el mapa de Macroprocesos:

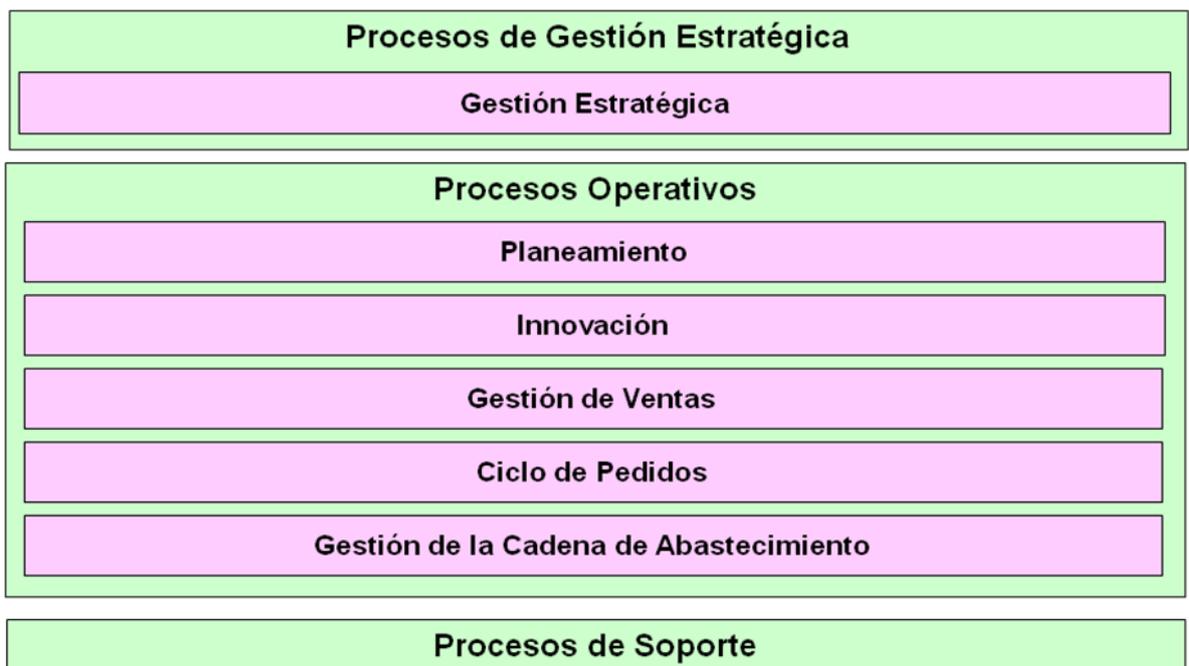




Figura I.4 Macroprocesos de BELCORP (fuente Revista Belcorp, Lima - 2005)

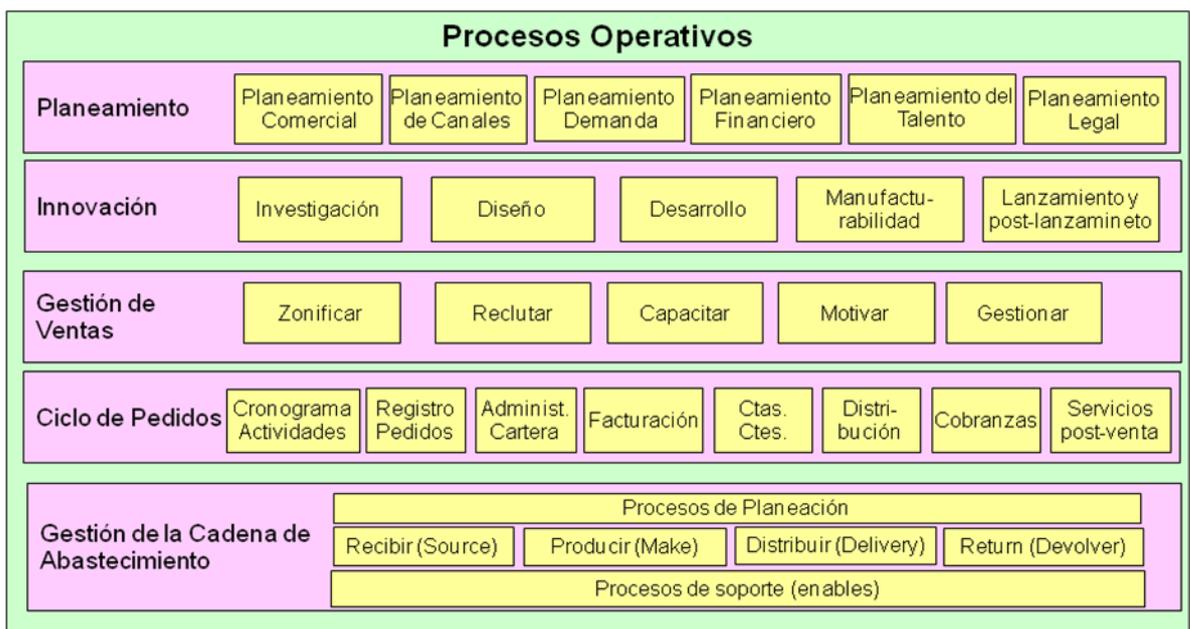


Figura I.5 Procesos Operativos de BELCORP (fuente Revista Belcorp, Lima - 2005)

I.4.3.4 Descripción de los Procesos de ETI

Los procesos de ETI están orientados al diseño y desarrollo de productos cosméticos, estos productos finales están compuestos básicamente de un Bulk (contenido) y un Envase, los procesos de ETI están orientados al Diseño de cada

uno de estos componentes. Los productos cosméticos tienen cuatro grandes líneas, dependiendo de la naturaleza del producto, estas líneas son:

- Tratamiento
- Maquillaje
- Fragancias
- Cuidado Personal.

Esta clasificación se respeta dentro de cada componente del producto (Envase y Bulks) por ello en ETI existen cuatro grandes formas de diseñar y desarrollar los Bulks, a esta actividad también se le conoce como formulación; y cuatro grandes formas de diseñar y desarrollar los Envases, a esta actividad también se le conoce como Ingeniería de Envases. Dentro de estas 8 categorías de procesos, existen algunos productos cuyo desarrollo requiere de actividades especiales, tales como el desarrollo de un molde para el caso de los envases y las formulas patrón de base conocida, para el caso de los Bulks. La complejidad de los procesos de acentúa más, mientras más particular sea el diseño y desarrollo. No se va detallar cada proceso, por lo extenso que significaría hacerlo, pero si se va a describir en términos generales las actividades del proceso de Diseño, los cuales es posible sintetizar.

Para poder diseñar y desarrollar un producto de cualquier línea se definen las siguientes etapas (Ver figura I.5) :

Definición: Etapa en la cual se determina un perfil del producto así como todas las condiciones y características específicas bajo las cuales se efectuará el desarrollo.

Desarrollo: Comprende una serie de etapas secuenciales a llevarse a cabo dependiendo de la definición del diseño a seguirse.

Elaboración de Documentación: Involucra la preparación de todos los documentos necesarios para el registro o inscripción, fabricación, sustentación de claims, planos, especificaciones técnicas, etc. del producto.

Fabricación Piloto y Validación del Diseño: Se define así a la elaboración a nivel industrial del producto aprobado y a la verificación de la fórmula patrón, el

método operatorio y las especificaciones analíticas propuestas en un mínimo de tres (3) fabricaciones.

Elaboración y Envío de Carpetas Definitiva: Luego de la validación respectiva se procede a la entrega de la información definitiva para Registro y/o Inscripción y la Información Técnica de Fabricación y/o Control de Calidad.

Figura I.6: Diagrama de Procesos para el Diseño y Desarrollo de Productos Nuevos de EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE (fuente registros ETI)

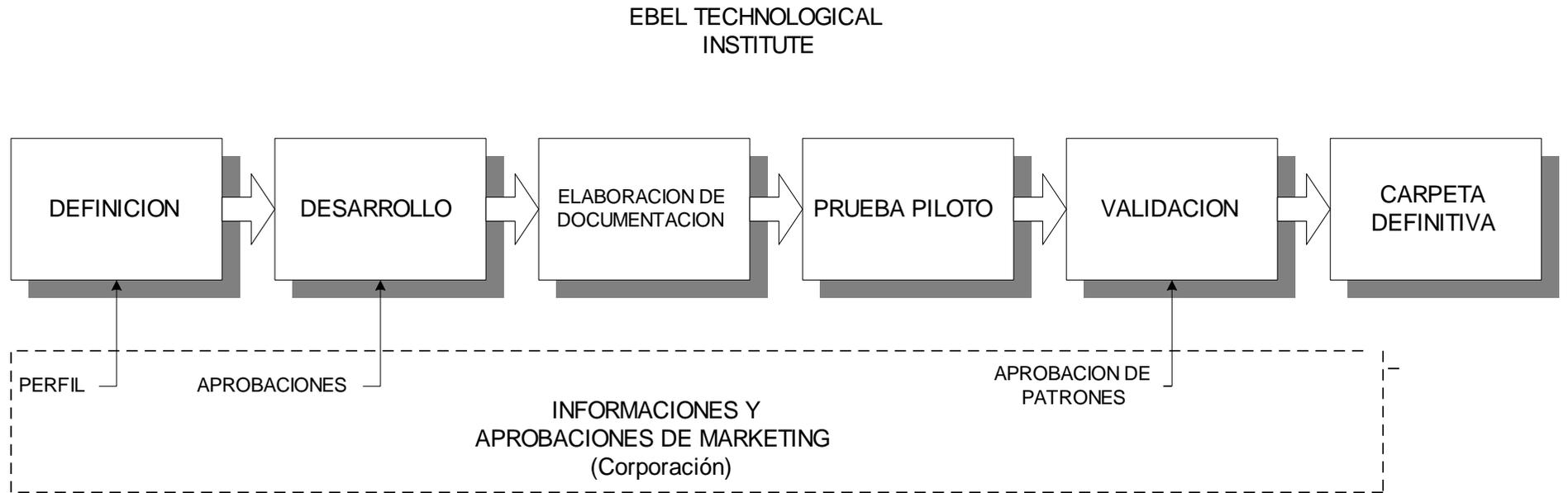


Figura 1.7: Flujo de desarrollo de un producto nuevo - desarrollo químico de EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE (fuente Registros ETI)

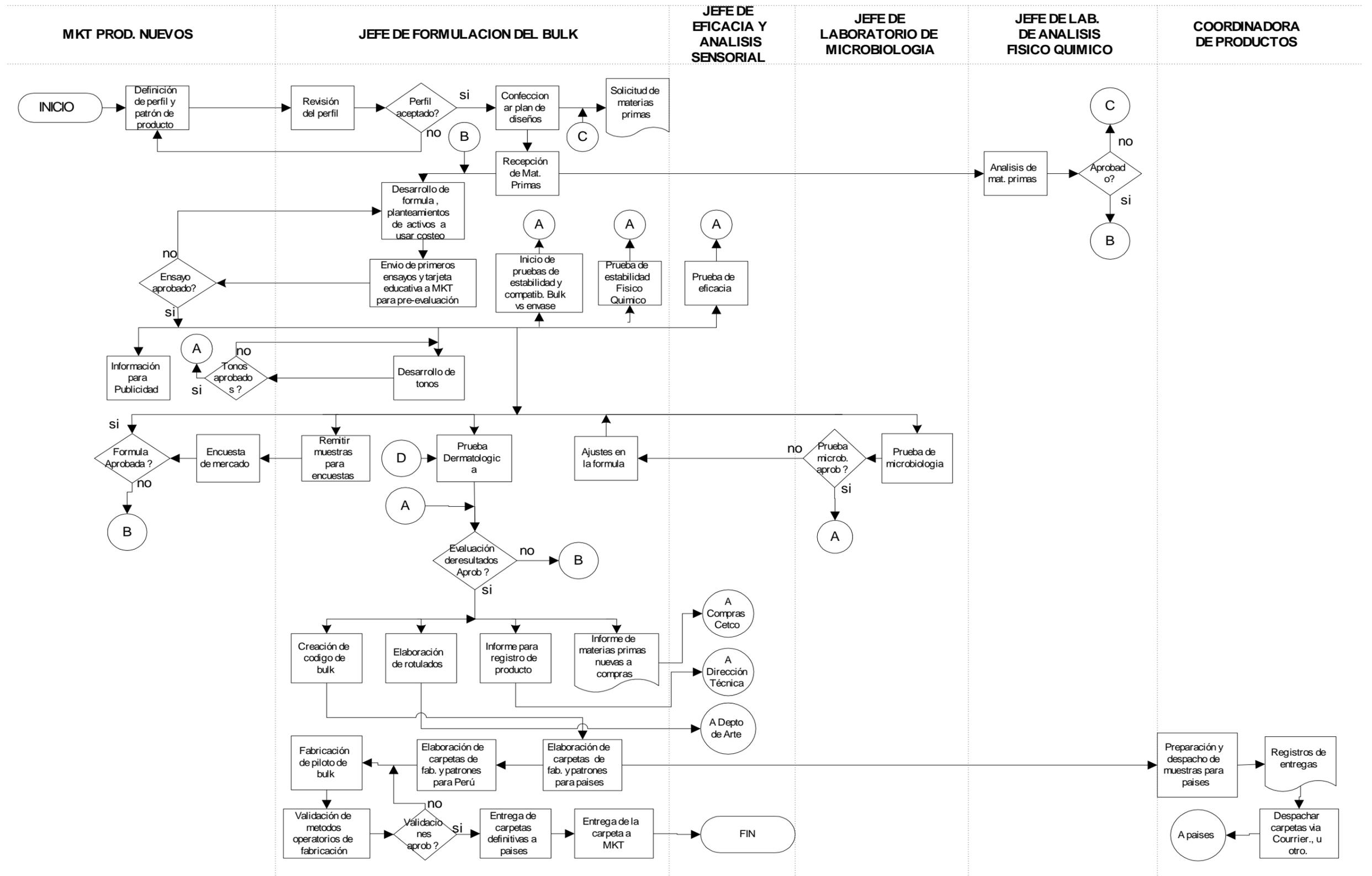
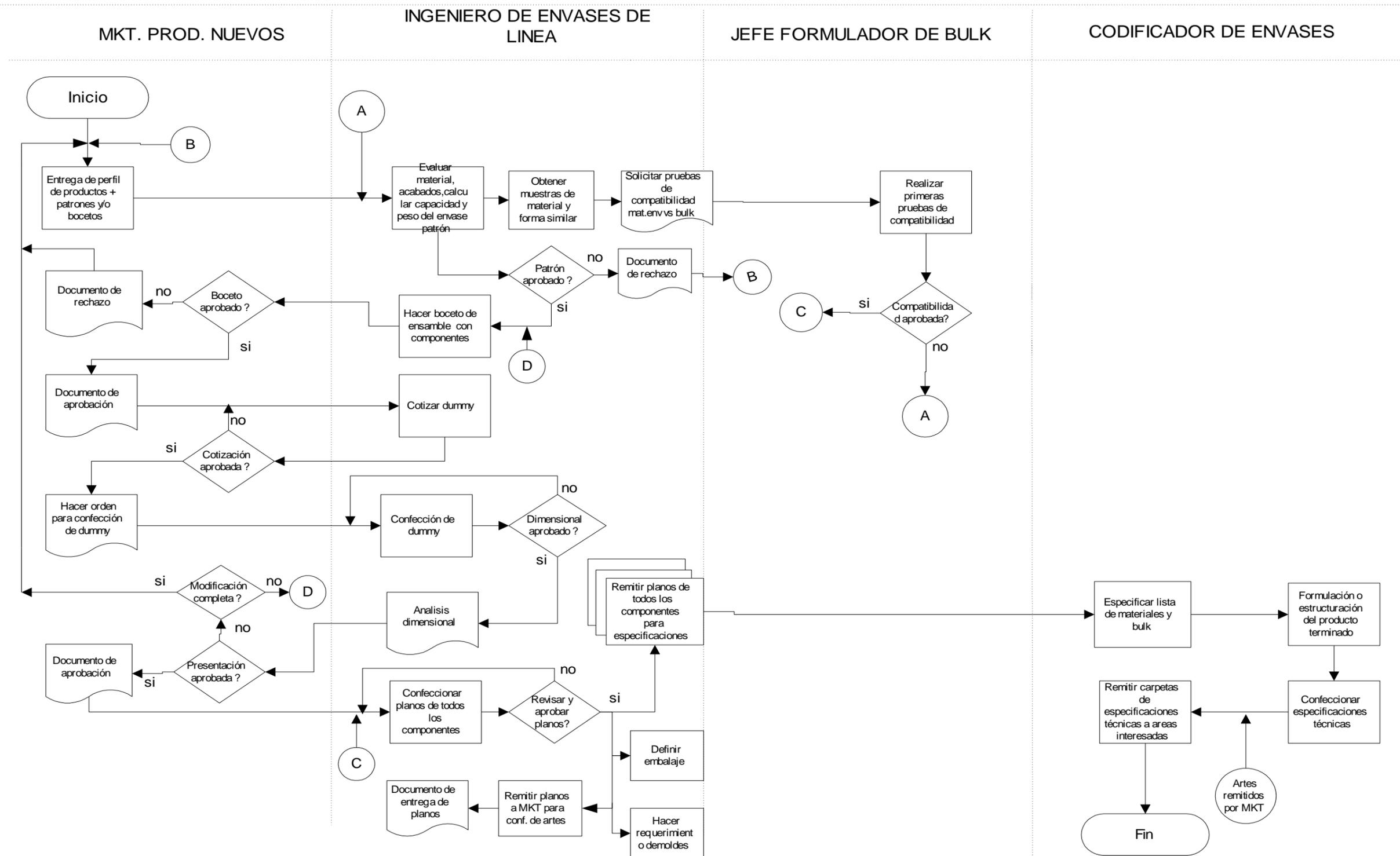


Figura 1.8: Flujoograma del Desarrollo de un Producto Nuevo - Desarrollo de Envases de EBEL TECHNOLOGICAL INSTITUTE (fuente: Registros ET)



CAPITULO II:
MARCO TEÓRICO:
TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS NUEVOS

II.1. La Problemática del control de proyectos

El contexto que rodea los proyectos se caracterizan por un cambio constante de las condiciones económicas y sociales, conjugado con un avance tecnológico cada vez más vertiginoso y costos decrecientes. Intensa competencia, información amplia y accesible.

La globalización, está cambiando constantemente nuestros escenarios de decisión. Y es en este contexto que los proyectos se complican cada vez por ejemplo existen:

- Proyectos que se desarrollan simultáneamente
- Proyectos que compiten por los mismos escasos recursos
- Presiones para terminar los proyectos lo antes posible
- Necesidad de generar más proyectos con los mismos recursos
- Competencia creciente
- Demandas cambiantes de clientes internos y externos
- Cumplimiento de tiempo y costos objetivos cada vez mas cortos.

Todas estas características, propias de la administración múltiple de proyectos, provocan que los inconvenientes que se presentan al no respetar las restricciones de tiempo, costos y alcance en la gestión de proyectos se vean incrementados cuando son multiplicados los proyectos a gestionar.

Estos escenarios, cambiantes y amenazadores, de los proyectos múltiples ha puesto en escena ciertos inconvenientes, que no se presentan tan marcados en la administración de un proyecto. Por ejemplo:

Los ejecutivos manejan una gran cantidad de proyectos simultáneamente, pero los sistemas permiten visualizar solo los proyectos individuales. No se ve el cuadro completo. No existe una visión integral de los proyectos que se tienen en cartera. Por otro lado, al no tener esta visión integral de los proyectos de la organización, cada proyecto funciona como un feudo, y demanda y pelea por sus recursos. Esto genera fuertes conflictos, no anticipados, entre recursos que terminan dilatando los tiempos y los costos de los proyectos.

La falta de visión integral, con la consecuente guerra por los recursos se explica en gran parte por los pocos y/o inexistentes procesos de gestión. Esto provoca fallas en la planificación y en el seguimiento y control de múltiples proyectos,

generando una incapacidad muy fuerte en la generalidad de las organizaciones actuales para poder detectar problemas en forma temprana, y actuar en consecuencia, a bajo costo.

P. Lledo en su libro *Administración Lean de Proyectos* nos dice: *“El diagnóstico está claro: mala gestión integral de tiempos y costos, falta de sistemas de priorización, sistemas de información no integrados, falta de un lenguaje común, etc., pero el desafío es detectar la causa motor que provoca esta situación de falta de visión y gestión holística”*.

El problema raíz es considerar cada proyecto como único y no como parte de un conjunto de proyectos interrelacionados con recursos compartidos.

GESTIÓN DE PROYECTOS	PROYECTOS INDIVIDUALES	PROYECTOS MÚLTIPLES
Objetivos	Claros y consistentes	Claros, no necesariamente consistentes
Gestión de tiempos	Comienzo y fin conocidos	Nuevos proyectos. Tiempos que se extienden
Alcance	Bien definido	Nuevos proyectos. Alcance y prioridades que cambian
Foco	Proyectos individuales, mayor visibilidad	Disrupciones que quitan foco. Poca visibilidad, salvo graves problemas
Autoridad	PM empowerment Responsabilidad / autoridad	Responsabilidad sin autoridad
Organización	Jerarquía. Clara responsabilidad	Matricial. Menor autoridad/igual responsabilidad. Gerentes funcionales / de proyectos
Integración	Entidad independiente.	Entidades interdependientes (recursos, lógica)
Prioridades	Prioridades claras. Ruta crítica	Muchas prioridades
Política	Poca	Mucha, para llevar un proyecto al tope de la lista
Recursos	Dedicados	Compartidos

Figura II.1: Gestión de múltiple proyectos (fuente: Liendo, *Administración Lean de Proyectos*)

II.2 Técnicas de planificación de productos nuevos

Existen muchas técnicas de planificación de productos nuevos, desde métodos empíricos hasta sofisticadas herramientas de programación entera. En esta parte se detalla las herramientas que existen actualmente, su aplicación y limitaciones y como se integran para formar un procedimiento eficiente para un determinado tipo de industria, al final se describe brevemente como manejan las industrias el problema de los productos nuevos mediante la tecnología PLM (Product Lifecicle Management).

II.3 PERT – CPM

La técnica de evaluación y revisión y de proyectos (PERT; Program Evaluation and Review Technique) y el método del camino crítico (CPM; Critical Path Method) fueron desarrollados en los años 50 para ayudar a los directivos a programar, hacer el seguimiento y controlar grandes y complicados proyectos. El CPM se creó primero, en 1957, como una herramienta desarrollada por J. E. Nelly, de Remington Rand, y S. R. Walker, de DuPont, para ayudar a la construcción y mantenimiento de fábricas químicas de DuPont. La técnica PERT fue desarrollada en 1958 de forma independiente por Booz, Allen y Hamilton en la Marina de Estados Unidos.

El PERT y el CPM siguen seis pasos básicos:

1. Definir el proyecto y preparar un desglose de la estructura de trabajo.
2. Definir las relaciones entre las actividades. Determinar qué actividades deben ir primero y cuáles deben seguir a las anteriores.
3. Dibujar la red que conecta todas las actividades.
4. Asignar las estimaciones de plazo y/o costos de cada actividad.
5. Calcular el camino de mayor plazo en la red. Éste es el denominado “camino crítico”.
6. Utilizar la red para ayudar a planificar, programar, seguir y controlar el proyecto.

El paso 5, la determinación del camino crítico, es una parte importante en el control de los proyectos. Las actividades incluidas en el camino crítico representan tareas que retrasarán todo el proyecto si no se acaban a tiempo. Los directivos pueden conseguir la flexibilidad necesaria para realizar las tareas críticas identificando las actividades que no son críticas y volviendo a planificar, programar y asignar los recursos financieros y laborales.

Aunque el PERT y el CPM se diferencian hasta cierto punto en terminología y en la forma de construir la red, sus objetivos son los mismos. Además, el análisis utilizado en ambas técnicas es muy parecido. La diferencia principal es que el PERT emplea tres estimaciones de tiempo de duración para cada actividad. Cada estimación tiene una determinada probabilidad de darse, que, a su vez, se utiliza para calcular el valor previsto y la desviación estándar del plazo de la actividad. El análisis del CPM supone que la duración de la actividad se conoce con certeza y, por tanto, sólo necesita un factor de tiempo para cada actividad.

El PERT y CPM son importantes, porque pueden ayudar a responder preguntas como las siguientes (referidas a proyectos con miles de actividades):

- ¿Cuándo se acabará el proyecto?.
- ¿Cuáles son las actividades o tareas críticas del proyecto, es decir, las que demorarían todo el proyecto si sufrieran un retraso?.
- ¿Cuáles son las actividades no críticas, es decir, las que pueden ejecutarse con retraso sin demorar la terminación de todo el proyecto?.
- ¿Cuál es la probabilidad de que el proyecto se termine en una fecha determinada?.
- ¿Se puede calcular en cualquier momento si se ha gastado el mismo dinero, menos dinero o más dinero que la cantidad presupuestada?.
- ¿Hay suficientes recursos disponibles para acabar el proyecto a tiempo?.
- Si el proyecto tienen que estar acabado en un corto espacio de tiempo, ¿cuál es el mejor modo de lograrlo al mínimo costo?.

Todas estas preguntas son válidas en una adecuada gestión de proyectos, pero existe un aspecto fundamental que limita su alcance de solución. El PERT y CPM fueron concebidos para administrar proyectos grandes con miles de actividades, sin embargo su aplicabilidad deja mucho que desear cuando se trata

de muchos proyectos con un número no tan grande de actividades, es decir en el manejo de un portafolio o cartera de proyectos, a pesar que existen en el mercado soluciones que pueden permitir esta gestión de portafolios todavía tienen muchas limitaciones. Por ello se analizarán otras técnicas que nos puedan permitir solucionar el problema de manejo de varios proyectos.

II.4 Programación lineal

La Programación Lineal (PL) es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos escasos y que encuentra su aplicación práctica en casi todas las facetas de los negocios, desde la publicidad hasta la planificación de la producción. Problemas de transporte, distribución, y planificación global de la producción son los objetos más comunes de su análisis.

La programación lineal aborda una clase de problemas de programación donde tanto la función objetivo a optimizar como todas las relaciones entre las variables correspondientes a los recursos son lineales. Este problema fue formulado y resuelto por primera vez a fines de la década del 40.

Hoy en día, esta teoría se aplica con éxito a problemas de presupuestos de capital, diseño de dietas, conservación de recursos, juegos de estrategias, predicción de crecimiento económico, sistemas de transporte, etc.

Para la mayoría de los problemas de PL, podemos decir que existen dos tipos importantes de objetos: en primer lugar, los recursos limitados, tales como terrenos, capacidad de planta, o tamaño de la fuerza de ventas; en segundo lugar, las actividades, tales como "producir acero con bajo contenido de carbono", y "producir acero con alto contenido de carbono". Cada actividad consume o probablemente contribuye cantidades adicionales de recursos. Debe haber una función objetivo, es decir, una manera de discriminar una mala de una buena o una mejor decisión. El problema es determinar la mejor combinación de niveles de actividades, que no utilice más recursos de los disponibles. Muchos gerentes se enfrentan a esta tarea todos los días. Afortunadamente, el software de programación lineal ayuda a determinar esto cuando se ingresa un modelo bien formulado.

Una pregunta lógica sería, ¿Cómo se puede obtener un modelo bien formulado?

Tomando como ejemplo los niveles de producción en una fábrica en general, se ve que algunas variables influyen en forma directa sobre las unidades producidas, entre las que podemos destacar, la capacidad de producción (expresada en función de las horas máquina y mano de obra disponibles), inventario en proceso y normas de control de calidad, limitaciones de almacenamiento, pronóstico de ventas, eficacia de la campaña publicitaria, el efecto de la competencia, etc. Cada una de esas variables afecta el nivel de producción. Sin embargo, es realmente difícil establecer relaciones funcionales explícitas entre ellas y el nivel de producción. En esencia, esto se logra con la simplificación del mundo real al mundo supuesto "agrupando" varias variables del mundo real en una sola variable para el mundo real supuesto.

Como herramienta de toma de decisiones, la investigación de operaciones es una ciencia y un arte. Es una ciencia por las técnicas matemáticas que presenta, y es un arte porque el éxito de todas las fases que anteceden y siguen a la resolución del modelo matemático depende mucho de la creatividad y la experiencia del equipo de trabajo. Muchos autores aconsejan que la práctica efectiva de la investigación de operaciones requiere algo más que la competencia analítica. También requiere, entre otros atributos, el juicio (por ejemplo: ¿cuándo y cómo usar determinada técnica?) y la destreza técnica en comunicaciones y en supervivencia organizacional.

Morris (1967) dijo que "la enseñanza de modelos no equivale a la enseñanza del modelado". El modelado es un arte en investigación de operaciones y requiere de mucha practica para su consecucion. Los diferentes modelados pueden tornarse simples o complejos pero solo con la experiencia se logrará un mejor conocimiento de su elaboración.

Esta práctica tiene su fundamento en las principales fases que comprende la implementación de la investigación de operaciones. Estas comprenden 5 fases:

Primera: La definición del problema implica definir el alcance del problema que se investiga. Es una función que se debe hacer entre todo el equipo de investigación de operaciones. Su resultado final será identificar tres elementos principales del problema de decisión, que son: 1) la descripción de las alternativas de decisión; 2) la determinación del objetivo del estudio y 3) la especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelado.

Segunda: La construcción del modelo implica traducir la definición del problema a relaciones matemáticas. Si las relaciones matemáticas son demasiado complejas como para permitir el cálculo de una solución analítica, puede ser que el equipo de investigación de operaciones opte por simplificar el modelo y usar un método heurístico, o que el equipo pueda recurrir al uso de una simulación, si es aproximada.

Tercera: La solución del modelo es la que está mejor definida y la fase más sencilla de todas las de la investigación de operaciones porque supone el uso de algoritmos bien definidos de optimización. Un aspecto importante de la fase de solución del modelo es el análisis de sensibilidad. Tiene que ver con la obtención de información adicional sobre el comportamiento de la solución óptima cuando el modelo sufre ciertos cambios de parámetros. Se necesita en especial el análisis de sensibilidad cuando no se pueden estimar con exactitud los parámetros del modelo.

Cuarta: La validación del modelo comprueba si el modelo propuesto hace lo que se quiere que haga. Al principio, el equipo de investigación de operaciones se debe convencer que el resultado del modelo no incluya "sorpresas". Desde el lado formal, un método frecuente para comprobar la validez de un modelo es comparar su resultado con datos históricos. El modelo es válido si, bajo condiciones de datos semejantes, reproduce el funcionamiento en el pasado.

Quinta: La implementación de la solución de un modelo validado implica la traducción de los resultados a instrucciones de operación, emitidas en forma comprensible para las personas que administrarán al sistema recomendado. La carga de esta tarea la lleva principalmente el equipo de investigación de operaciones.

II.5 Programación lineal entera

Pero no todas las aplicaciones se basan en la programación lineal. Existen muchas situaciones en la vida diaria donde debemos tener como resultado valores enteros para la solución de problemas. A estos modelos se les da el nombre de programación lineal entera, debido a que alguna o todas sus variables deben tomar valores enteros. Son más costosos de resolver que los problemas

sin esta restricción. Un modelo entero es igual que el modelo lineal pero con la restricción adicional de que las variables deben ser enteras.

II.6 Planeamiento de Requerimientos de Material - MRP

Según la APICS³ (*American Production and Inventory Control Society*) define al MRP de la siguiente manera:

“Un conjunto de técnicas que usa el BOM (*Bill of Materials*), Datos de Inventarios y MPS (*Master Planning Schedule*) para calcular requerimientos de materiales”. Hace recomendaciones para liberar ordenes de reposición de materiales, para reprogramar ordenes abiertas cuando están por vencer y actualización de fechas. Originalmente se utilizó como una simple técnica para ordenar inventarios hoy es utilizada como una técnica de programación. Un método para establecer y mantener fechas validas Constituye el núcleo básico para un MRP de ciclo cerrado”.

Como se menciona el MRP no es solo una técnica de planificación de materiales, el potencial de aplicación fue descrita por Orlicky y ampliada por Oliver Wight en su libro MRP II *Unloking America’s Productivity potential* estableciendo un contexto más amplio para la técnica, este nos menciona:

“MRP por supuesto fue originalmente diseñado para requerimientos de material. Pero construir un producto involucra los mismos conceptos como el PERT y CPM. Hay “eventos” o “tareas” y estos son equivalentes al número de partes en una lista de materiales. En una lista de materiales. Hay “precedencias” y esto, por supuesto, es exactamente la forma que el MRP trabaja. Ciertos materiales tienen que estar disponibles antes que puedan ser maquinados, partes tienen que estar disponible para ensamble, etc. Y hay “subtareas” y esto es un desglose de una tarea mayor en sus elementos básicos. Otra vez, un sistema de MRP de ciclo cerrado tiene rutas que muestran las subtareas para completar una tarea. El MRP puede ser usado para la programación de ingeniería porque un programa de MRP no sabe la diferencia entre un número que representa una tarea y un número que representa una parte”.

II.7.Elementos de un sistema MRP

³ Wallace Thomas, MRP II Making It Happen, Oliver Wight Companies, USA, 1985, pag 262;
Wallace Thomas, APICS Dictionary, Fifth Edition, APICS, USA, 1984

Un sistema MRP esta formado básicamente de tres ficheros de ingreso como se muestra en la figura II.2.

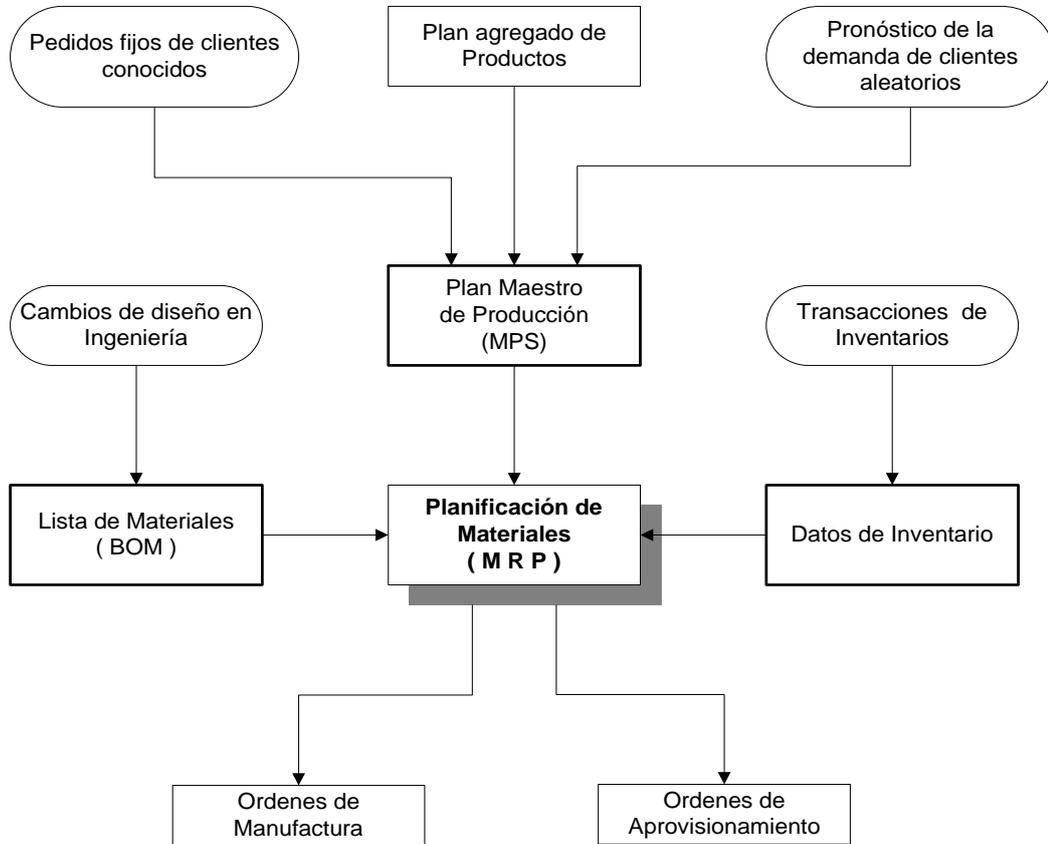


Figura II.2: Estructura del Sistema MRP y sus elementos de entrada. Fuente: "Notas de Clase" Programa de Especialización de ejecutivos en Logística PEE - ESAN, Lima 1995, Profesora Raquel Reinoso.

La interrelación de los elementos de entrada del MRP se da de la siguiente manera:

Se utilizan los pedidos de productos para crear un "Plan Maestro de Producción" (MPS), que establece el número de artículos que hay que producir en periodos específicos, en base a la demanda de productos y dentro de un Plan Agregado. Un archivo de "Listas de Materiales" (BOM) identifica los materiales específicos que se usan para fabricar cada artículo y las cantidades correctas de cada uno. El archivo de "Datos de Inventario" contiene datos como el número de unidades disponibles y en pedido. Estas tres fuentes o elementos básicos (Plan maestro de producción, archivo de listas de materiales y archivo de datos de inventario) se convierten en las fuentes de datos para el programa de necesidades de

materiales, el cual amplía el programa de producción para obtener un programa detallado de órdenes de manufactura y aprovisionamiento.

II.7.1 Plan Maestro de Producción

El Plan Maestro de Producción (MPS) esta conformado por la demanda de productos finales o demanda independiente enmarcada dentro de un plan director que es el Plan Agregado de Productos.

La demanda de productos finales generalmente proviene de dos fuentes principales. La primera está formada por los clientes conocidos que han efectuado pedidos específicos, como los que genera el personal de ventas, o de transacciones entre departamentos. Estos pedidos, por lo general, tienen compromisos de fechas de entrega, con estos pedidos no hacen falta pronósticos, basta sumarlos. La segunda fuente es la demanda pronosticada, es decir, los pedidos normales de demanda independiente; para pronosticar estas cantidades se emplean los modelos de pronósticos ampliamente conocidos, como las series de tiempo. Se combinan la demanda de los clientes conocidos y la demanda pronosticada para obtener la entrada del Plan Maestro de Producción. Además de la demanda de productos finales, los clientes también piden piezas y componentes como repuestos para servicio o reparaciones, los cuales son considerados en el Plan Maestro de Producción, generalmente no se incluye la demanda de artículos menos complejos que los productos finales; en cambio, se alimenta directamente el programa en el nivel apropiado de planificación de necesidades de materiales. Es decir, se añaden como necesidades brutas de la pieza o del componente.

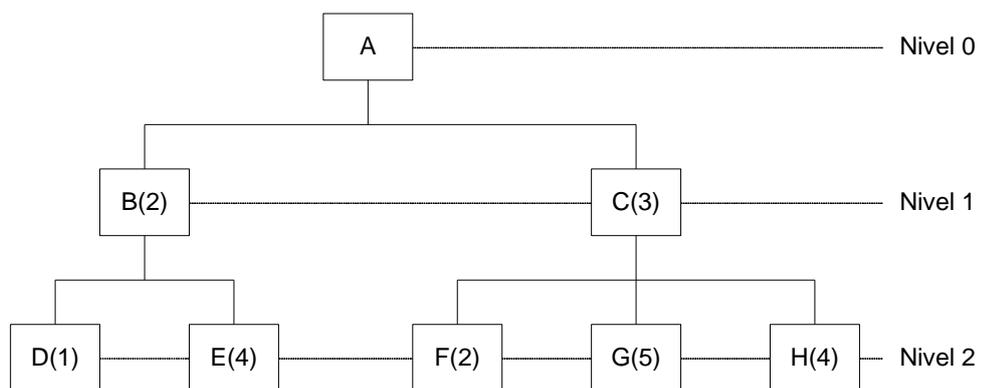
II.7.2 Archivo de lista de materiales

El archivo de Lista de Materiales (BOM) contiene la descripción completa de productos e indica no sólo los materiales, las piezas y los componentes, sino además la secuencia de creación del producto. El archivo BOM es una de los tres elementos de entrada principales del MRP.

Con frecuencia, al archivo BOM se le conoce como archivo de estructura de producto o árbol de producto, ya que indica cómo se ensambla éste. Contiene la información necesaria para identificar cada artículo y la cantidad utilizada para cada unidad del artículo del que forma parte. Como ejemplo, considere el producto A que se presenta en la figura II.3, El producto A está compuesto por dos unidades de la pieza B y tres unidades de la pieza C. La pieza B se compone

de una unidad de la pieza D y cuatro unidades de la pieza E. La pieza C se forma con dos unidades de la pieza F, cinco unidades de la pieza G y cuatro unidades de la pieza H. Otra característica de la lista de materiales es la organización de los componentes y materiales por niveles. Los productos finales tienen un mayor nivel (nivel 0) y a medida que se desciende en el grado de elaboración de los componentes se desciende de nivel hasta tener a las materias primas (artículos comprados) en el nivel inferior de la lista de materiales. Esta organización por niveles de los productos permite una mayor facilidad en los cálculos del procesador MRP.

Figura II.3: Esquema de la estructura de un producto. Puede observarse la cantidad de cada componente que entra para formar un sub-ensamble o componente y el nivel de elaboración. Fuente: Elaboración propia.



II.7.3 Archivo de Datos de Inventario o Registro de Inventario

El Archivo de Registros de Inventario es una base de datos que en muchos casos es muy extensa. Cada artículo del inventario se conserva como un archivo separado y la gama de detalles relacionados con un artículo es casi ilimitada. El procesador MRP acude al segmento de estado del archivo de acuerdo con ciertos periodos específicos llamados cubos de tiempo. El acceso a estos archivos se lleva a cabo según se requiera durante la ejecución del programa.

El procesador MRP efectúa su análisis de manera descendente por la estructura del producto, explotando las necesidades nivel por nivel. Sin embargo, en ocasiones es conveniente identificar al artículo padre que dio lugar a la necesidad del material. El procesador MRP permite la creación de un archivo de registro de marcas separado o como parte del archivo de registros de inventario. La marcación de registros permite recorrer hacia atrás, por cada nivel de la estructura de producto, el rastro de una necesidad de material, identificando cada artículo padre que originó la demanda.

El archivo de estado de inventario se actualiza por medio del registro inmediato de las transacciones del inventario. Estos cambios se deben a la recepción o a la salida de existencias, a las pérdidas por desperdicios, a las piezas defectuosas, a los pedidos cancelados, cambios de locación, etc.

II.7.4 Procesador MRP

El procesador de Planificación de Necesidades de Materiales funciona sobre el archivo de inventarios, sobre el plan maestro y sobre el archivo de lista de materiales de la siguiente manera: El plan maestro especifica una lista de artículos finales necesarios para ciertos periodos (Requerimientos Brutos). En el archivo de listas de materiales se incluye una descripción de los materiales y de las piezas necesarias para fabricar cada artículo. En el archivo de inventarios están el número de unidades de cada artículo y material disponibles y en pedido (Recepciones Programadas). El procesador MRP “trabaja” sobre el archivo de inventario (el cual está segmentado en periodos o cubos de tiempo) a la vez que hace continuas referencias al archivo de lista de materiales para calcular las cantidades necesarias de cada artículo. Después se corrige el número de

unidades de cada artículo para tomar en cuenta las cantidades disponibles (Balance disponible proyectado) y se “compensa” (se mueve hacia atrás en el tiempo) para considerar el tiempo de entrega necesario para obtener el material (Lanzamiento de órdenes planeadas). Ver figura II.4.

Producto 1	Períodos					
	01	02	03	04	05	06
REQUERIMIENTOS BRUTOS		400		200		500
RECEPCIONES PROGRAMADAS	600	200				↓
BALANCE DISPONIBLE PROYECTADO (Necesidades netas)	600	400	400	200	200	0
LANZAMIENTO DE ORDENES PLANEADAS				300	←	↓

Figura II.4: Registro básico del procesador MRP. Los datos de partida están sombreados
Fuente: Orlicky's, Material Requirement Planning.

II.8 Soluciones Actuales PLM

PLM o Administración del ciclo de vida de producto por sus siglas en inglés (*Product Lifecicle Management*) es el proceso de administrar completamente el ciclo de vida de un producto desde su concepción a través del diseño y manufactura hasta el servicio y despacho. Es uno de los cuatro pilares de la estructura de Tecnología de Información de una corporación. Todas las compañías necesitan administrar las comunicaciones e información con sus clientes (CRM, *Customer Relationship Management*) y sus insumos (SCM, *Supply Chain Management*) y los recursos dentro de la compañía (ERP, *Enterprise Resource Planning*), y también en la Ingeniería de manufactura se debe desarrollar, describir, administrar y comunicar información sobre sus productos (PLM). Entre los beneficios de aplicar el PLM en una compañía tenemos:

- Reduce el *time to market*
- Mejora la calidad del producto
- Reduce el costo de prototipos
- Ahorros a través de la reutilización de información base
- Brinda un marco de trabajo para la optimización del producto
- Reduce los desperdicios
- Ahorros a través de la integración de los flujos de ingeniería

PLM es el título comúnmente aplicado a un conjunto de aplicaciones de software que permite el desarrollo de productos nuevos y procesos. Dentro del PLM existen dos áreas primarias

- Administración de datos de productos (PDM, *Product Data Management*) y
- Producto y Administración de portafolio.

La administración de datos de productos se enfoca en capturar y mantener información de productos y servicios a través de su desarrollo y vida útil. La información típica administrada en el módulo PDM incluye:

- Número de partes
- Descripción de las partes
- Proveedor / vendedor
- Vendedor del número de parte y Descripción
- Unidad de medida
- Costo / precio
- Fórmula / dibujo CAD
- Hoja de información de materiales
- Hojas de seguridad, etc.

Mientras que la Administración de Producto y Portafolio de producto está enfocada en la administración de recursos, seguimiento del avance versus el plan de proyecto. La administración de portafolio es una herramienta que ayuda a los administradores en el seguimiento de los proyectos de un nuevo producto balanceando la asignación de recursos escasos según la prioridad de los proyectos.

Mientras que los softwares de aplicación no son requeridos para el proceso de PLM, la complejidad de los negocios y el ratio de cambios requieren que las organizaciones ejecuten este proceso lo más rápido posible, para ello se hace necesario el manejo de algún software de aplicación de PLM. En el anexo 1 se muestran un cuadro comparativo de software PLM para la industria cosmética y sus características.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN

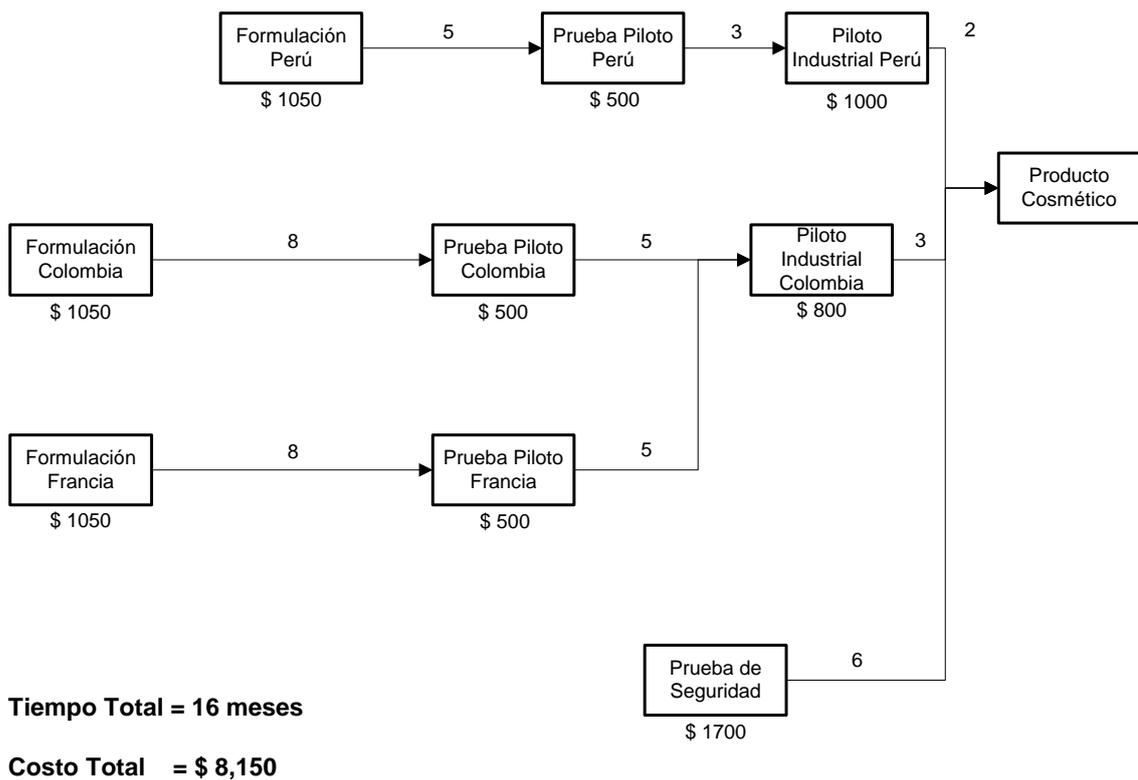
III.1 Planteamiento del Problema:

La empresa de cosméticos en estudio necesita elaborar el plan de lanzamientos de productos nuevos, para ello debe determinar la cantidad, tipo, fecha de lanzamiento y costos involucrados para sacar al mercado un nuevo producto.

El problema implica elaborar un portafolio de productos que maximice la cantidad de productos a lanzar sobre una base presupuestal asignada de 6.5% (Ver Anexo 3 para la obtención de esta cifra) sobre las ventas.

A continuación se muestra un flujo de las actividades que componen los productos nuevos por categoría y tipo y sus respectivos tiempos y costos⁴.

Figura III.1: Diagrama de tiempos, actividades y costos estimados por actividad para el tipo de producto Cosmético (costos en dólares americanos USD \$ y tiempos en meses)



De la figura III.1 Los números junto a los recuadros indican el número de meses como máximo en la que debe de ejecutarse una actividad, esto incluye el tiempo de ejecución de la actividad, las demoras de abastecimiento, preparación y

⁴ Los tiempos son obtenidos en base a estimación de expertos sustentado en estadísticas de años anteriores, sin embargo en algunos casos se estima utilizando la distribución Beta

transportes. Por ejemplo el Piloto Industrial Perú, tiene que realizarse con 2 meses de anticipación al mes de lanzamiento del producto a la venta, a su vez la Prueba Piloto Perú se tiene que comenzar a realizar como máximo 3 meses antes del Piloto Industrial Perú y así para todas las actividades involucradas para el tipo de producto. Los costos de las actividades se encuentran dentro del recuadro, esto involucra todos los costos asociados a la actividad para su completa ejecución. Esta interpretación es válida para los siguientes diagramas.

Figura III.2: Diagrama de tiempos, actividades y costos estimados por actividad para el tipo de producto Innovación (costos en dólares americanos USD \$ y tiempos en meses)

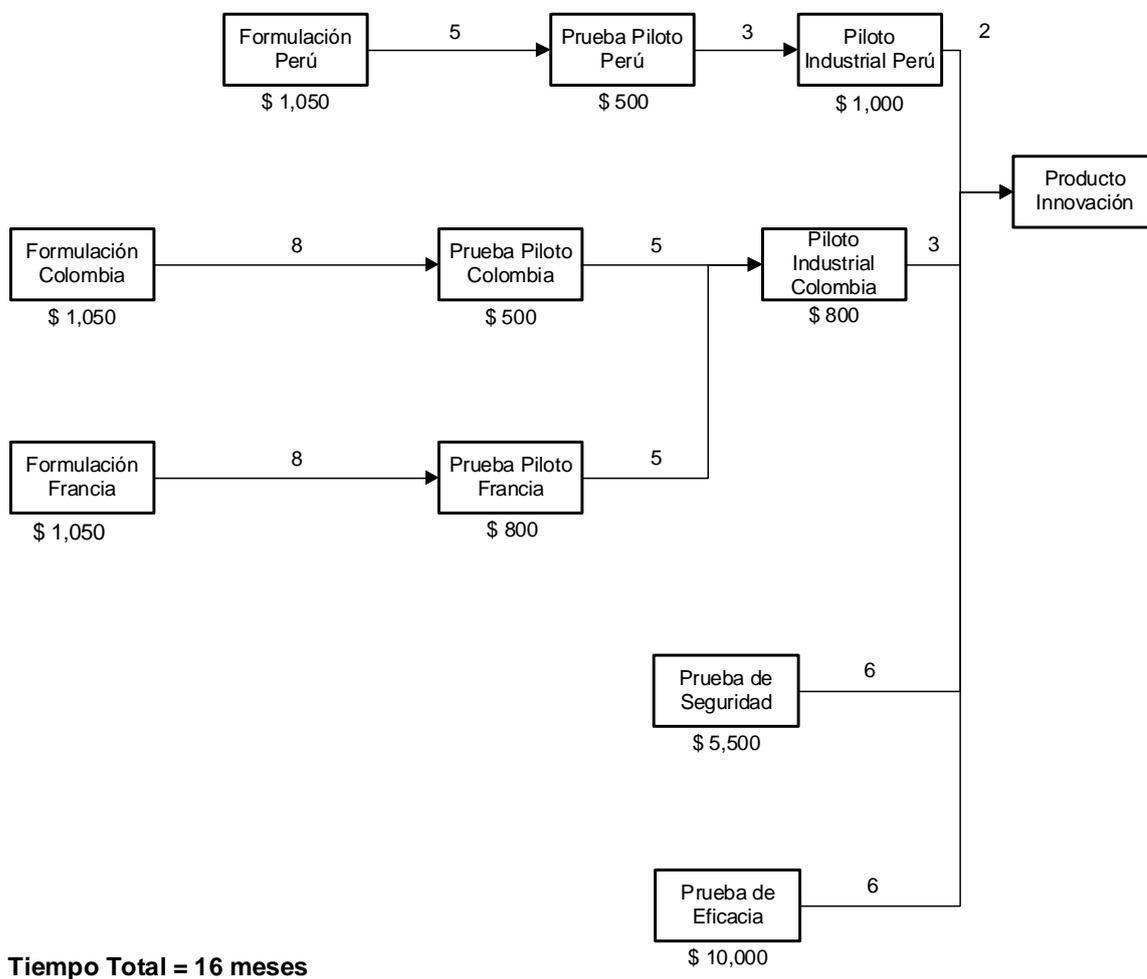
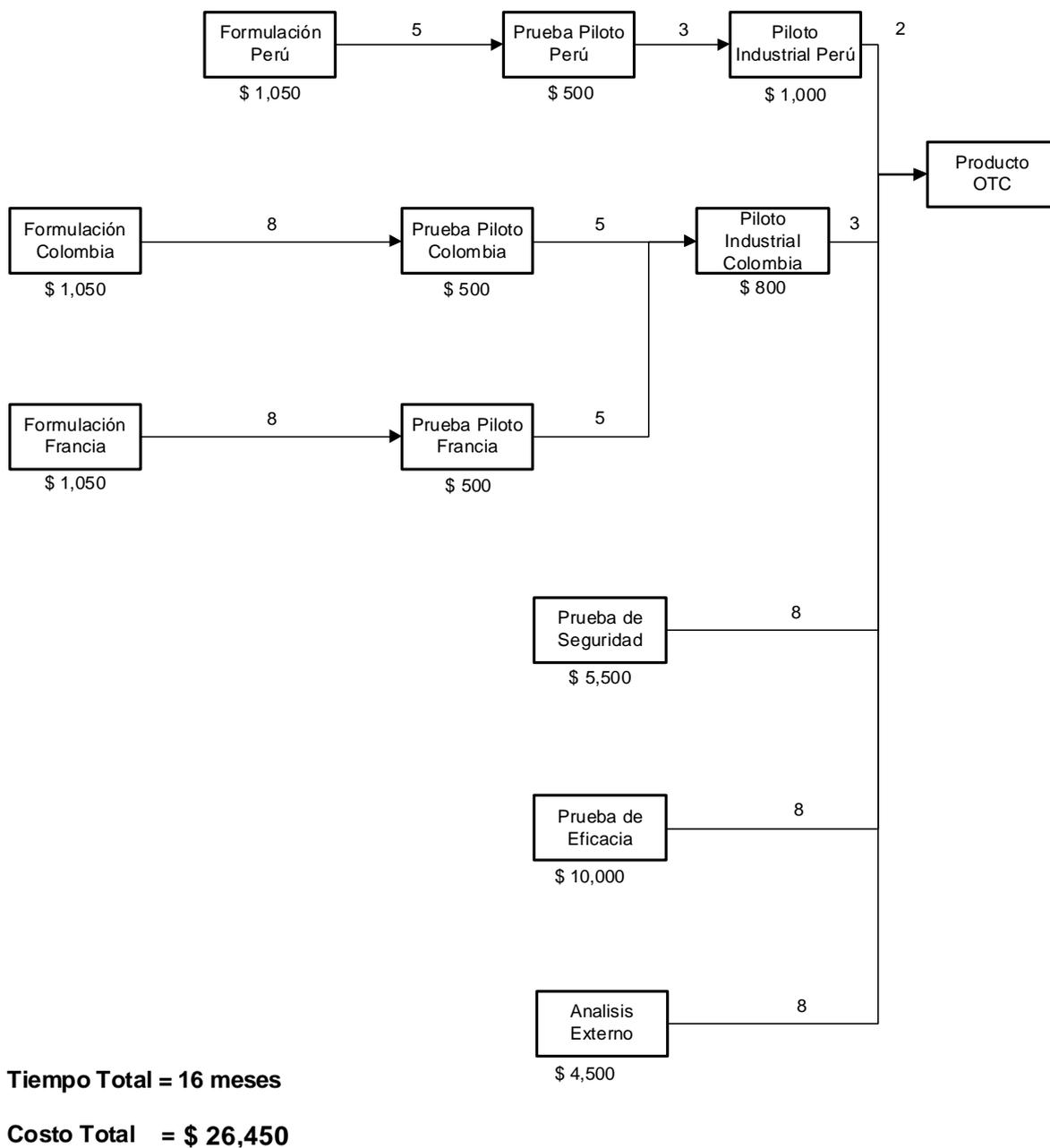


Figura III.3: Diagrama de tiempos, actividades y costos estimados por actividad para el tipo de producto OTC (costos en dólares americanos USD \$ y tiempos en meses)



III.1.1 Costos Objetivo

Los montos asignados mensuales para los gastos en desarrollo de un producto nuevo se definen en función a las ventas netas totales de la empresa. A continuación se muestra los estimados de ventas y el monto asignado.

Tabla III.1: Costos Objetivo mensuales a cumplir, estimado como proporción de las ventas del año 2005. (ver Anexo 3)

Último año						
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Ventas Netas (\$)	933,170	964,200	634,490	1,092,980	853,760	1,060,780
Asignación PN 6.5% (\$)	60,656	62,673	41,242	71,044	55,494	68,951

Último año						
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Ventas Netas (\$)	886,080	1,085,390	969,290	1,161,710	1,178,720	1,102,580
Asignación PN 6.5% (\$)	57,595	70,550	63,004	75,511	76,617	71,668

La línea está orientada a públicos de mediana edad por lo que el área de marketing ha determinado la siguiente composición de cartera de productos nuevos basada en la composición de cartera que maximiza la rentabilidad a un determinado riesgo.

Cosmético	No más 50%
Innovación	No menos del 30%
OTC	No menos 10 %

Tabla III.2: Porcentaje de composición de la cartera del total de Productos Nuevos

Además el área de Marketing desea lanzar un mínimo de 36 (ver Anexo 5 origen de la cifra) productos nuevos durante el siguiente año para incrementar su nivel de ventas y mantener su nivel competitivo en el mercado.

III.2 Justificación del Problema:

Es de vital importancia para cualquier empresa lanzar productos nuevos al mercado para garantizar los flujos de ingresos futuros, consolidar una posición estratégica, ingresar a un nuevo segmento de mercado, etc. Existen muchas razones por las cuales un flujo permanente de productos nuevos generará una ventaja competitiva en determinada industria. Treacy y Wiersema sugieren que el liderazgo del mercado puede lograrse mediante una de las tres formas: a través del liderazgo del producto, a través de la excelencia operacional o a través de la confianza con el cliente⁵, y para mantener un liderazgo de producto, el lanzamiento de nuevos proyectos tiene que tomarse como una alternativa importante en los planes estratégicos de las empresas.

Para lanzar un producto nuevo se debe tener en cuenta el ciclo de vida del producto, ¿Cuándo? lanzar un producto es muy importante ya que si la competencia saca primero un producto similar al nuestro esto puede generar que las esperadas ganancias se conviertan en pérdidas o no se llegue al nivel esperado. Por ello la pregunta de: ¿Cuándo lanzar un producto? es muy importante, otra variable importante es el tiempo de desarrollo de un producto, mientras más breve es éste, mucho mejor, no solo por la reducción de costos involucrados en tener un ciclo de operación corto sino porque, esto permitiría lanzar una mayor cantidad de productos nuevos que la competencia. Meyer considera que diseñar productos nuevos e introducirlos rápidamente en el mercado, es un reto que afrontan las industrias manufactureras en este mundo cada vez más globalizado⁶.

Ya vimos la importancia de lanzar un producto nuevo, el momento y la duración de su desarrollo, otra variable también importante y que normalmente no se le toma muy en cuenta, cuando se desarrollan productos, son los costos, entre estos tenemos los costos del lanzamiento, personal, realización de pruebas, construcción de prototipos, etc. Uno de los principales problemas de los proyectos es que casi siempre salen de su presupuesto inicial, muchas veces por un mal

⁵ Treacy y Wiersema. *The Discipline of Market Leader*, 1997

⁶ *Fast Cycle Time: How to Align Purpose, Strategy, and Structure for Speed*. 1993, Christopher Meyer.

proceso de elaboración de presupuestos o por que se tiene que asignar mas recursos para terminarlos en el tiempo establecido.

El estudio de este trabajo se centra en esta ultima problemática, es decir definir un método que permita optimizar bajo ciertas condiciones cuando se ejecutarán los costos para cada actividad de un producto nuevo en la industria cosmética, en base a la fecha de lanzamiento del producto y obtener una mejor planificación y ejecución de gastos en el presupuesto, para ello se plantea la utilización de técnicas de programación lineal y del MRP (*Material Requirement Planning*), esta última se ajustará a nuestro problema, ya que su aplicación natural esta orientada a los materiales.

III.2.1 Justificación del Problema para la empresa en estudio

Lanzar un producto al mercado involucra asignar recursos al nuevo proyecto y que este retribuirá en el tiempo con ganancias esperadas, por ello es necesario elaborar un presupuesto de gastos que cubra las necesidades de recursos de los proyectos a lanzarse durante el año. Para el caso de Ebel Technological Institute en el área de Desarrollo Químico los resultados de la planificación presupuestal fueron las siguientes:

(Montos en dólares americanos)	Total 2005
Gasto Real	1,050,796
Gasto presupuestado inicial	656,771
Diferencia de Estimación	394,025
Pérdidas por estimación (TREMA ⁷ = 19.36%)	76,283

Tabla III.3: Pérdidas por mala estimación en el número y tipo de proyectos de productos nuevos (fuente: Presupuestos de ETI)

Se puede observar que existe una diferencia de estimación de US \$ 394,025 debido a que el gasto real excedió al gasto presupuestado inicial (tal como ocurre

⁷ Para el calculo del TREMA (Tasa de Rendimiento Mínima Atractiva) se utilizó el modelo CAPM (Capital Asset pricing Model) de los economistas William Sharpe, John Lintner y Jack Treynor en el Anexo 6 se observa su cálculo)

en muchos proyectos). Esto genera una pérdida por costo de capital de US \$ 76,283. tomando como costo de oportunidad 19.36%.

Esto quiere decir que la empresa pierde esa cantidad de dinero por asignar recursos inmediatos a proyectos que requiere mas recursos de los presupuestados inicialmente, estos recursos inmediatos son retirados de otras áreas con menos urgencia para cubrir su déficit y luego cubrir lo retirado con financiamiento interno o externo con su consiguiente costo de oportunidad.

Por lo tanto la empresa pierde esa cantidad de dinero por una mala estimación de la cantidad y tipo de productos nuevos a lanzar durante el año. Es por esa razón que se hace importante definir un método más eficiente en la determinación de estos valores.

III.3 Objetivos:

III.3.1 Objetivos Generales:

Establecer un procedimiento que permita obtener la mejor combinación de técnicas que respondan eficientemente a las preguntas de: ¿Cuándo?, ¿Cuánto? y ¿Qué tipo de productos nuevos? lanzar en un periodo determinado respetando las restricciones y condiciones en la que se desarrolle una empresa del rubro cosmético.

III.3.2 Objetivos Específicos:

1. Definir la técnica o combinación de técnicas de ingeniería industrial que haga posible la planificación de manera eficiente de los costos de productos nuevos.
2. Analizar las ventajas y desventajas de las técnicas que se utilizan actualmente para solucionar problemas similares y como puede salvarse estas desventajas o limitaciones.
3. Calcular la cantidad de Productos Nuevos a lanzar durante un año para cumplir los objetivos estratégicos de ETI (Ebel Technological Institute).

4. Desarrollar una nueva metodología que permita mejorar los procedimientos de elaboración de presupuestos de Productos Nuevos en ETI.

III.4 Hipótesis:

“Las técnicas de planificación basadas en la programación lineal y MRP generan un procedimiento más eficiente de planificación de productos nuevos bajo el método de asignación histórica”

III.5 Variables y definiciones:

Planeamiento de costos: Establecimiento de la cantidad a gastarse en un determinado periodo y los recursos necesarios para su ejecución.

Número de productos nuevos a lanzar y del tipo j : Cantidad de productos nuevos a lanzar de un determinado tipo puede ser: j: cosmético, innovación y OTC.

Mes de lanzamiento i: Es el inicio del mes en el que se decide que el producto nuevo estará finalizado puede ser: i: enero, febrero, marzo... diciembre.

Costo estimado de lanzamiento de Productos Nuevos: Es el costo estimado de todo un proyecto de Producto Nuevo.

Costo de oportunidad: Es el costo de asignar recursos a la generación de un producto nuevo y que podría asignarse a otro proyecto o área dentro de la empresa.

Costo de estimación: Es el costo de oportunidad sobre la diferencia del gasto real sobre el presupuestado.

Costo objetivo mensual: Es el monto máximo presupuestado que puede gastarse en determinado mes.

III.6 Metodología:

La metodología para encontrar una solución al problema planteado se presentará de la siguiente manera: se evaluará las técnicas existentes que den una posible solución al problema aplicado a la empresa en estudio, se analizará los resultados, su aplicación y alcances. De este análisis se planteará un procedimiento con la combinación de técnicas que permitan dar una solución práctica tomando en cuenta las particularidades de la empresa, las restricciones del entorno y las limitaciones de cada técnica. Finalmente se demostrará la hipótesis tomando como variable los costos de estimación de cada método y tomando el costo de oportunidad (medido a través del TREMA : Tasa de rendimiento mínima atractiva) se determinará que método tiene una mejor estimación del presupuesto anual de productos nuevos. Así mismo se mostrará la solución y las consideraciones a tener en cuenta para su aplicación generalizada a cualquier empresa del rubro cosmético de las técnicas estudiadas.

III.7 Elaboración del presupuesto de Investigación y Desarrollo

Para la elaboración del presupuesto de Investigación y Desarrollo se agruparon en 3 Centros de Costos según las funciones del Área:

Gerencia de Investigación y Desarrollo

Desarrollo Químico

Desarrollo de Envases

Dentro de cada Centro de costo se tomaron los siguientes costos. Agrupados en Fijos y variables:

CECO 1901: Gerencia de Investigación y Desarrollo

Costos fijos	Descripción	Método de cálculo	valor
Seguro Medico	Seguro médico del Gerente	Pago anual fijo	3,500 Mayo
Capacitacion Al Personal	Cursos pagados por la empresa a personal de Gerencia de I&D	Estimado anual (monto considerado por RRHH)	0 Cada Mes
Atenciones Al Personal	Gastos de representación de la gerencia para el personal	Estimado fijo mensual	150
Uniformes Al Personal		Costo uniforme x 5 personas	1,900 enero y febrer
Servicio de personal (SERVICES)	Personal pagado por recibos que ejecutan labores no especializadas	N de personas x salarios	0
Honorarios de Auditoria Externa	Pago de certificación ISO 9000 y proyecto Seis Sigma	Honorarios certificador + Costo proyecto	105,800 anual
Otros Honorarios	Personal pagado por recibos que ejecutan labores especializadas	N de personas x salarios	25,900 anual
Otros Servicios	Pagos de consultoria y Asesoría	Fijo mensual estimado	3,200 mensual
Mantenimiento Y Reparacion Muebles Y Ens		Fijo mensual estimado	250 mensual
Mantenimiento Obras y Mejoras en Propiedad Ajena		N de reparaciones x costo por reparación	8,600 anual
Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Material para ensayos	Fijo mensual estimado	600 mensual
Formulario Y Material De Impresion		Fijo mensual estimado	100 mensual
Material De Sistemas		Fijo mensual estimado	600 mensual
Alquileres De Oficinas		Fijo mensual estimado	8,000 mensual
Gastos De Viaje Exterior	Viajes del Gerente y su personal al exterior	N de viajes x costo por viaje	19,700 mensual
Utiles De Escritorio		Costo igual año pasado	10,600 anual
Gastos De Representación	Gasto de representación de la gerencia a clientes y proveedores	Fijo mensual estimado	50 mensual
Suscripciones Y Publicaciones	Registros web, material impreso, Bases de Datos	N de suscripciones x costo por suscripción	8,100 enero y febrer
Libros, Revistas Y Periodicos		N de libros x precio	7,250 marzo y agost
Servicio De Movilidad	Transporte del personal que trabaja en la planta	fijo mensual acordado	2,200 mensual
Servicio De Estacionamiento		fijo mensual acordado	80 mensual
Servicio De Mensajería	Pago transportistas y taxis	Fijo mensual estimado	1,800 mensual
Servicios de Limpieza	Pago a las personas que ejecutan esta labor	Fijo mensual estimado	9,600 anual
Materiales de Limpieza		Fijo mensual estimado	300 mensual
Activos Menores	Equipos, herramientas, etc	Fijo mensual estimado	2,500 anual

Tabla III.4: Listado de Costos Fijos para el CeCo: Gerencia de Investigación y Desarrollo. Valores ajustados

CECO 1902: Gerencia de Desarrollo Químico

Costos fijos	Descripción	Método de cálculo	valor
Capacitación Al Personal	Cursos pagados por la empresa a personal de Gerencia de I&D	Estimado anual (monto considerado por RRHH)	0 Cada Mes
Honorarios de Auditoría Externa	Pagos de Auditorías	Honorios auditor	6,000 según mes
Servicio Diversos	Desaduanaje mantenimiento de equipos	Estimado según consumo mensual	1,500 según mes
Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab		Estimado según programa de mantenimiento de equipos	14,830 anual
Reactivos Y Materiales De Laboratorio	Material utilizado en la formulación de productos nuevos	Estimado según consumo mensual	12,130 anual
Gastos de viaje al exterior	viajes para supervisar pruebas piloto y proyectos	N de viajes x costo x proyecto	50,600 anual
Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	Laboratorio de Demostración de eficacia y analisis sensorial	Estimado según plan de mantenimiento	3,290 anual
Atencion Encuestas	Análisis de evaluación de efectividad de productos	Fijo estimado mensual	1,200 mensual
Reactivos Y Materiales De Laboratorio	Lab Demostración de eficacia y analisis sensorial	Estimado según consumo mensual	34,355 anual
Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	Lab de Análisis fisicoquímico	Estimado según consumo mensual	1,875 anual
Reactivos Y Materiales De Laboratorio	Lab de Análisis fisicoquímico	Estimado según consumo mensual	8,580 anual
Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	Lab de Análisis Microbiologicos	Estimado según consumo mensual	2,680 anual
Reactivos Y Materiales De Laboratorio	Lab de Análisis Microbiologicos	Estimado según consumo mensual	13,000 anual
Costos variables	Descripción	Método de cálculo	valor
Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Material utilizado en la formulación de productos nuevos	Estimado según costo mensual	66,000 anual
Servicio de Análisis - Tratamiento	Pruebas especializadas realizas en laboratorios	Costo de análisis x proyecto	156,165 anual
Servicio de Análisis - Cuidado Personal	Pruebas especializadas realizas en laboratorios	Costo de análisis x proyecto	87,986 anual
Servicio de Análisis - Maquillaje	Pruebas especializadas realizas en laboratorios	Costo de análisis x proyecto	133,020 anual
Servicio de Análisis - Fragancias	Pruebas especializadas realizas en laboratorios	Costo de análisis x proyecto	50,360 anual

Tabla III.5: Listado de Costos Fijos para el CeCo: Gerencia de Desarrollo Químico. Valores ajustados

CECO 1903: Gerencia de Desarrollo de Envases

Costos fijos	Descripción	Método de cálculo	valor
Capacitación Al Personal	Cursos pagados por la empresa a personal de Gerencia de I&D	Estimado anual (monto considerado por RRHH)	0 Cada Mes
Honorarios de Auditoría Externa	Pagos de Auditorías	Honorios auditor	6,000 según mes
Gastos de viaje al exterior	viajes para supervisar pruebas piloto y proyectos	N de viajes x costo x proyecto	51,600 anual
Activos Menores	Moldes para pruebas piloto	N de moldes x costo	3,000 anual
Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	Lab de Metrología	Estimado según programa de mantenimiento de equipos	2,980 anual
Reactivos Y Materiales De Laboratorio	Lab de Metrología	Estimado según consumo mensual	6,810 anual
Costos variables	Descripción	Método de cálculo	valor
Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Material utilizado en el desarrollo de productos nuevos	Estimado según costo mensual	14,600 anual
Materiales para pruebas piloto	Costo de las pruebas piloto en diferentes sedes	N de proyectos x costo x cantidad	103,768 anual

Tabla III.6: Listado de Costos Fijos para el CeCo: Gerencia de Desarrollo de Envases. Valores ajustados

A continuación se muestra el presupuesto del 2,005 con los cálculos indicados:

DESCRIPCION	PRESUPUESTO 2005 en US\$												TOTAL 2005	%
	Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05	Jun-05	Jul-05	Ago-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05		
Investigación y Desarrollo	153,293	146,102	84,158	100,041	114,384	105,005	92,238	100,660	112,696	82,323	91,471	76,119	1,258,489	100%
Gerencia investigación y desarrollo	27880	33280	25230	27080	33680	23380	44580	43480	44280	45480	42480	22130	412,960	33%
Gerencia Investigación y desarrollo	27880	33280	25230	27080	33680	23380	44580	43480	44280	45480	42480	22130	412,960	33%
610301006 Seguro Medico	-	-	-	-	3,500	-	-	-	-	-	-	-	3,500	0%
610302001 Capacitación Al Personal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
610304001 Atenciones Al Personal	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1,800	0%
610305001 Uniformes Al Personal	-	1,600	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	1,900	0%
610307001 Servicio de personal (SERVICES)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
620108001 Honorarios de Auditoria Externa	-	1,800	-	-	2,000	1,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	1,000	105,800	8%
620196001 Otros Honorarios	2,150	2,550	1,650	2,350	3,150	2,350	2,850	1,350	2,450	1,550	1,950	1,550	25,900	2%
620196002 Otros Servicios	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	38,400	3%
620404001 Mantenimiento Y Reparación Muebles Y Ens	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	200	2,950	0%
620406001 Mantenimiento Obras y Mejoras en Propiedad Ajena	3,300	300	300	300	2,300	300	300	300	300	300	300	300	8,600	1%
620602001 Material de apoyo (MP/Envases/PT)	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	7,200	1%
620604001 Formulario Y Material De Impresion	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,200	0%
620606001 Material De Sistemas	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	7,200	1%
621102001 Alquileres De Oficinas	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	96,000	8%
621303001 Gastos De Viaje Exterior	-	2,900	-	4,500	3,700	1,200	-	-	2,500	3,700	1,200	-	19,700	2%
629003001 Utiles De Escritorio	1,800	400	400	1,800	400	400	2,000	400	400	1,800	400	400	10,600	1%
629005001 Gastos De Representacion	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600	0%
629006001 Suscripciones Y Publicaciones	2,500	5,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,100	1%
629006002 Libros, Revistas Y Periodicos	-	-	4,250	-	-	-	-	3,000	-	-	-	-	7,250	1%
621602001 Servicio De Movilidad	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	26,400	2%
629007002 Servicio De Estacionamiento	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	960	0%
629008001 Servicio De Mensajeria	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	21,600	2%
621610001 Servicios de Limpieza	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	11,200	1%
629010002 Materiales de Limpieza	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3,600	0%
629013001 Activos Menores	-	-	500	-	500	-	500	-	500	-	500	-	2,500	0%
Desarrollo quimico	111,719	94,146	48,380	53,735	61,770	56,818	37,840	36,998	48,220	29,027	36,579	41,540	656,771	52%
Administración desarrollo quimico	7,660	10,930	16,885	16,580	13,980	10,930	10,790	9,650	27,000	9,210	11,595	5,850	151,060	12%
610302001 Capacitación Al Personal	-	-	-	500	-	-	500	-	-	500	-	-	1,500	0%
620108001 Honorarios de Auditoria Externa	-	-	-	-	2,000	-	2,000	-	2,000	-	-	-	6,000	0%
620101011 Servicio Diversos (desaduanaje mto eq)	-	-	-	500	-	-	500	-	-	500	-	-	1,500	0%
620402001 Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	860	1,130	2,685	480	980	1,130	560	450	3,200	1,910	1,195	250	14,830	1%
620602001 Material de apoyo (MP/Envases/PT)	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	66,000	5%
620608001 Reactivos Y Materiales De Laboratorio	100	100	5,100	100	100	100	1,030	100	5,100	100	100	100	12,130	1%
621301002 Gastos De Viaje Exterior	1,200	4,200	3,600	10,000	5,400	4,200	1,200	3,600	11,200	1,200	4,800	-	50,600	4%
Formulación - Tratamiento	54,365	16,700	12,000	15,000	23,100	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	156,165	12%
621608001 Servicio De Analisis	54,365	16,700	12,000	15,000	23,100	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	156,165	12%
Formulación - Cuidado personal	15,284	12,278	-	10,050	9,200	12,420	-	4,978	3,000	2,292	5,234	13,250	87,986	7%
621608001 Servicio De Analisis	15,284	12,278	-	10,050	9,200	12,420	-	4,978	3,000	2,292	5,234	13,250	87,986	7%
Formulación - Maquillaje	27,660	28,680	13,930	6,300	6,200	6,700	6,700	9,900	6,800	6,400	6,600	7,150	133,020	11%
621608001 Servicio De Analisis	27,660	28,680	13,930	6,300	6,200	6,700	6,700	9,900	6,800	6,400	6,600	7,150	133,020	11%
Formulación - Fragancias	5,320	3,840	800	800	4,760	5,600	12,920	920	2,400	3,320	8,760	320	50,360	4%
621608001 Servicio De Analisis	5,320	3,840	800	800	4,760	5,600	12,920	920	2,400	3,320	8,760	320	50,360	4%
Laboratorio - Demo, y análisis sensorial	1,200	15,068	3,700	4,700	1,200	14,428	1,700	2,700	2,700	2,250	1,200	1,200	52,045	4%
620402001 Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	-	890	-	1,000	-	50	500	-	-	1,050	-	-	3,290	0%
620607001 Atencion Encuestas	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	14,400	0%
620608001 Reactivos Y Materiales De Laboratorio	-	13,178	2,500	2,500	-	13,178	-	1,500	1,500	-	-	-	34,355	3%
Laboratorio - Analisis fisicoquimico	230	3,050	515	230	230	1,390	630	350	1,950	1,320	330	230	10,455	1%
620402001 Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	-	120	235	-	-	360	-	-	720	440	-	-	1,875	0%
620608001 Reactivos Y Materiales De Laboratorio	230	2,930	280	230	230	1,030	630	350	1,230	880	330	230	8,580	1%
Laboratorio - Microbiologia	-	3,600	550	75	3,100	350	100	3,500	850	155	3,300	100	15,680	1%
620402001 Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	-	100	550	75	100	350	100	-	850	155	300	100	2,680	0%
620608001 Reactivos Y Materiales De Laboratorio	-	3,500	-	-	3,000	-	-	3,500	-	-	3,000	-	13,000	1%
Desarrollo de envases	13,694	18,676	10,548	19,226	18,934	24,807	9,818	20,182	20,196	7,816	12,412	12,449	188,758	15%
Administración desarrollo de envases	13,294	15,476	8,638	18,746	18,504	23,397	9,218	19,432	18,096	7,216	12,032	11,919	175,968	14%
610302001 Capacitación Al Personal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
620108001 Honorarios de Auditoria Externa	-	2,000	-	-	-	2,000	-	2,000	-	-	-	-	6,000	0%
620602001 Material de apoyo (MP/Envases/PT)	1,400	1,400	1,400	1,150	1,200	900	1,250	1,400	1,400	900	1,050	1,150	14,600	1%
621303001 Gastos De Viaje Exterior	-	-	2,000	6,100	12,500	8,500	2,000	-	9,000	2,500	5,500	3,500	51,600	4%
620612001 Materiales para Prueba Piloto	11,894	12,076	5,238	11,496	4,804	11,997	5,968	16,032	7,696	3,816	5,482	7,269	103,768	8%
Desarrollo Tratamiento	0	0	1,500	0	0	0	0	0	1,500	0	0	0	3,000	0%
629013001 Activos Menores (Moldes)	-	-	1,500	-	-	-	-	-	1,500	-	-	-	3,000	0%
620101011 Servicios Diversos (Prototipos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
Desarrollo Cuidado Personal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
629013001 Activos Menores (Moldes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
620101011 Servicios Diversos (Prototipos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
Desarrollo Maquillaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
629013001 Activos Menores (Moldes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
620101011 Servicios Diversos (Prototipos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
Desarrollo Fragancias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
629013001 Activos Menores (Moldes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
620101011 Servicios Diversos (Prototipos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
Laboratorio - Micrologia	400	3,200	410	480	430	1,410	600	750	600	600	380	530	9790	1%
620402001 Mantenimiento Y Reparación Equipo De Lab	250	200	260	120	180	260	350	450	350	200	180	180	2,980	0%
620608001 Reactivos Y Materiales De Laboratorio	150	3,000	150	360	250	1,150	250	300	250	400	200	350	6,810	1%

Tabla III.7: Presupuesto para el 2005 - Investigación y Desarrollo. Cifras ajustadas y en US \$ Dólares Americanos

Agrupando el Presupuesto y diferenciando los costos fijos de los variables:

G	S	C	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO 2005 en US\$												TOTAL 2005	%
				Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05	Jun-05	Jul-05	Ago-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05		
19	00	00	Investigación y Desarrollo	153,293	146,102	84,158	100,041	114,384	105,005	92,238	100,660	112,696	82,323	91,471	76,119	1,258,489	100%
19	01	00	Gerencia investigación y desarrollo	27,880	33,280	25,230	27,080	33,680	23,380	44,580	43,480	44,280	45,480	42,480	22,130	412,960	33%
19	02	00	Desarrollo químico	111,719	94,146	48,880	53,735	61,770	56,818	37,840	36,998	48,220	29,027	36,579	41,540	656,771	52%
19	02	01	Administración desarrollo químico	7,680	10,330	16,885	16,580	13,980	10,330	10,290	9,650	27,000	9,210	11,585	8,850	151,660	12%
			620622001 Material de apoyo (MP/Envases/PT)	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	66,000	5%
19	02	02	Formulación - Tratamiento	54,365	16,700	12,000	15,000	23,100	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	156,165	12%
			621058001 Servicio De Analisis	54,365	16,700	12,000	15,000	23,100	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	156,165	12%
19	02	03	Formulación - Ciudadano personal	13,294	12,278	-	10,050	9,200	12,420	-	4,975	3,000	2,292	2,234	13,250	87,886	7%
			621059001 Servicio De Analisis	13,294	12,278	-	10,050	9,200	12,420	-	4,975	3,000	2,292	2,234	13,250	87,886	7%
19	02	04	Formulación - Maquillaje	27,660	28,680	13,930	6,300	6,200	6,700	6,700	9,900	6,800	6,400	6,600	7,150	133,020	11%
			621058001 Servicio De Analisis	27,660	28,680	13,930	6,300	6,200	6,700	6,700	9,900	6,800	6,400	6,600	7,150	133,020	11%
19	02	05	Formulación - Fragancias	5,320	3,840	800	800	4,760	5,600	12,920	920	800	2,400	3,320	8,760	50,980	4%
			621059001 Servicio De Analisis	5,320	3,840	800	800	4,760	5,600	12,920	920	800	2,400	3,320	8,760	50,980	4%
19	03	00	Desarrollo de envases	13,694	18,676	10,548	19,226	18,334	24,807	9,818	20,182	20,196	7,816	12,412	12,449	188,758	15%
19	03	01	Administración desarrollo de envases	13,294	15,476	8,638	18,746	18,504	23,397	9,218	19,432	18,096	7,216	12,032	11,919	175,968	14%
			620622001 Material de apoyo (MP/Envases/PT)	1,400	1,400	1,400	1,150	1,200	900	1,250	1,400	1,400	900	1,050	1,150	14,600	1%
			620612001 Materiales para Prueba Piloto	11,894	12,076	5,238	11,496	4,804	11,997	5,968	16,032	7,696	3,816	5,482	7,269	103,788	8%

Tabla III.8: Presupuesto agrupado por áreas (CeCo) de Investigación y Desarrollo.

Los gastos correspondientes a Gerencia de Investigación y Desarrollo son costos fijos, es decir no tienen variación con respecto a la cantidad de productos nuevos lanzados y representa un 33 % del total. Los gastos correspondientes a Desarrollo químico representan un 52% del total, de los cuales 39 % es costo variable (depende del número de productos a lanzar) y Desarrollo de envases representa un 15% de los cuales 8% es costo variable.

	Gerencia R & D	Desarrollo químico	Desarrollo de envases	Total
Costos fijo	33%	13%	7%	53%
Costos variable	0%	39%	8%	47%
Costo Total	33%	52%	15%	100%

Tabla III.9: Composición de Costos Fijos y Variables dentro del Presupuesto.

El método de determinación de costos del presupuesto actual implica tomar los costos, tanto fijos como variables similar al año anterior o mantener durante todos los meses un costo promedio. El presupuesto señalado arriba esta basado en este supuesto. No se tiene en cuenta la cantidad de productos a lanzarse, se asume que es igual al año anterior por lo tanto los costos no varían, salvo incrementos en la proyección del número de productos a lanzarse por expectativas de crecimiento, modificándose si corresponde, los costos variables.

De las figuras III.1 , III.2 y III.3 dados en la descripción del problema asignamos los costos estándares estimados a los Centros de Costos del Presupuesto (CeCo) de la siguiente manera:

Descripción de Costo del Proyecto	Descripción del CeCo en el presupuesto	Tipo de costo proyecto	Costo unitario x	
			Base de estimación	
COSMÉTICO				
Formulación Perú	Material de apoyo (Materia Primas/Envases/Productos Terminados)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Formulación Colombia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Fomulacion Francia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Prueba Piloto Perú	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Prueba Piloto Colombia	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Prueba Piloto Francia	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Piloto Industrial Perú	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,000	calculada sobre unidades promedio producidas
Piloto Industrial Colombia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	800	calculada sobre unidades promedio producidas
Prueba de Seguridad	Servicio de Análisis	Variable	1,700	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
INNOVACIÓN				
Formulación Perú	Material de apoyo (Materia Primas/Envases/Productos Terminados)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Formulación Colombia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Fomulacion Francia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Prueba Piloto Perú	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Prueba Piloto Colombia	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Prueba Piloto Francia	Materiales para pruebas piloto	Variable	800	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Piloto Industrial Perú	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,000	calculada sobre unidades promedio producidas
Piloto Industrial Colombia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	800	calculada sobre unidades promedio producidas
Prueba de Seguridad	Servicio de Análisis	Variable	5,500	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Pruega de Eficacia	Servicio de Análisis	Variable	10,000	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
OTC				
Formulación Perú	Material de apoyo (Materia Primas/Envases/Productos Terminados)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Formulación Colombia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Fomulacion Francia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,050	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Prueba Piloto Perú	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Prueba Piloto Colombia	Materiales para pruebas piloto	Variable	800	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Prueba Piloto Francia	Materiales para pruebas piloto	Variable	500	Promedio de gasto de 5 últimos años de Productos Nuevos
Piloto Industrial Perú	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	1,000	calculada sobre unidades promedio producidas
Piloto Industrial Colombia	Material de apoyo (MP/Envases/PT)	Variable	800	calculada sobre unidades promedio producidas
Prueba de Seguridad	Servicio de Análisis	Variable	5,500	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Pruega de Eficacia	Servicio de Análisis	Variable	10,000	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)
Análisis externo	Servicio de Análisis	Variable	4,500	calculo según distribución beta (C= a + 4m + b/6)

Tabla III.10: Asignación de los Costos estándares del proyecto a los CeCos del Presupuesto de Investigación y Desarrollo.

Como se observa en la tabla anterior, los costos estándares corresponden a los Costos variables del presupuesto y estos son asignados no en función al número de proyectos a lanzarse (ya que no se conoce en detalle salvo una aproximación) sino a histórico al año anterior.

III.7.1 Cálculo de los costos unitarios por proyecto

Para calcular los costos unitarios se consideran dos métodos, el primero correspondiente a una aproximación del costo estándar basado en la distribución beta cuya media esta dada por 3 estimaciones de costo (optimista, pesimista y más probable) para aquellas actividades que muestran poca relación con el pasado, y el segundo método basado en datos de años anteriores, correspondiente a actividades más predecibles, en la mayoría de casos se considera el promedio de gasto de los 5 últimos años para esa actividad, la cual es una agrupación de tareas, que se realiza por razones de simplificación del cálculo y para efectos prácticos. Si embargo estas tareas estan compuestas por otras sub-tareas o actividades y la determinación del costo y cálculo se realiza como se muestra en el siguiente ejemplo.

El procedimiento de **Creación de materiales en el sistema** (ver figura III.4) tiene el siguiente flujo:

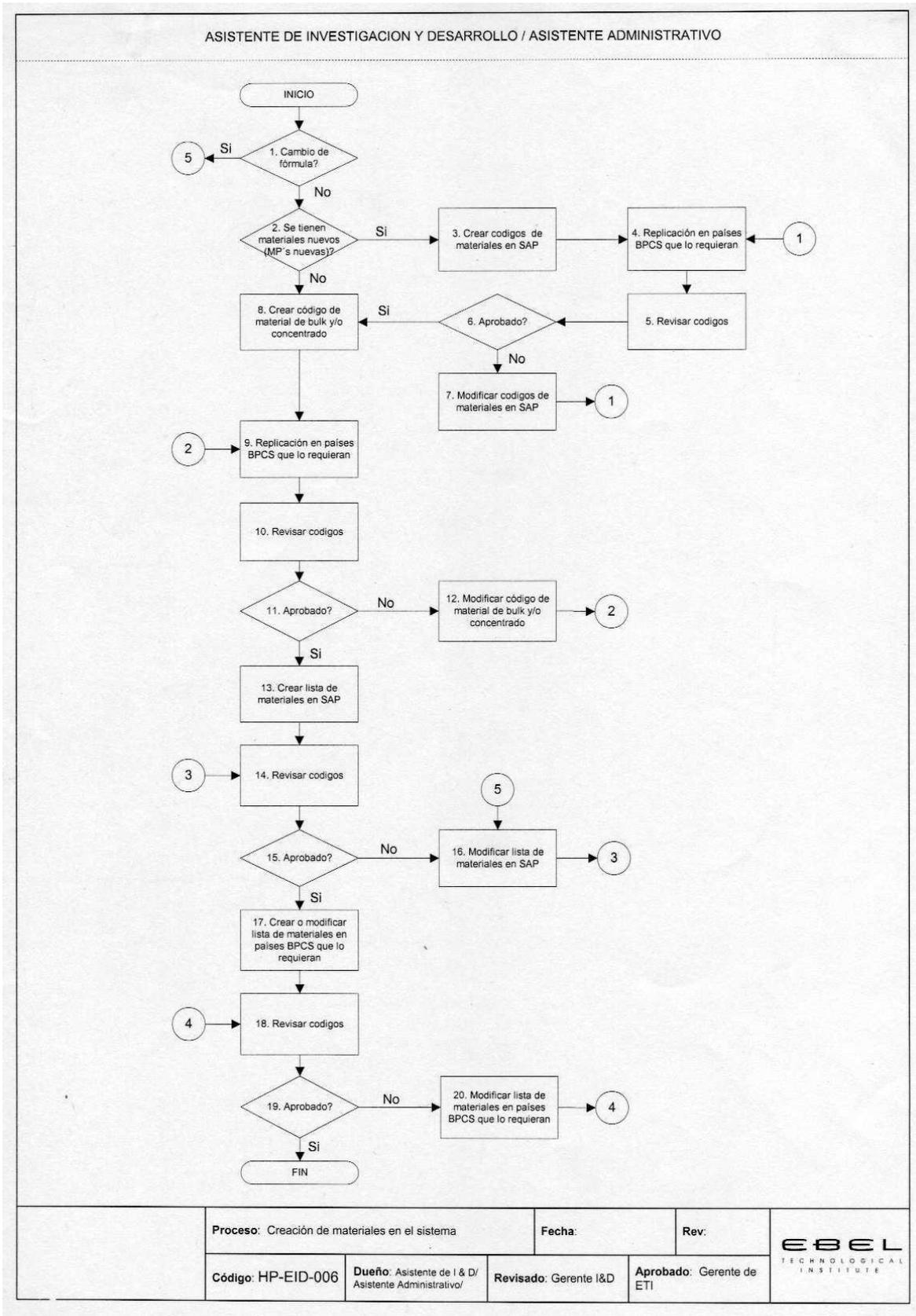


Figura III.4: Flujograma del Procedimiento de Creación de materiales en el sistema.

Del diagrama mostrado se realiza un Diagrama de Operaciones, con la estimación puntual de los tiempos de cada actividad (Se basa en la distribución Beta para determinar los tiempos promedio):

Proceso: Creación de materiales en el sistema

Area: Investigación y Desarrollo
Doc. Anexo: HP-EID-006

Item	Responsable	Operación	Inspección	Almacenaje	Actividad	a (min)	m (min)	b (min)	Et (min)	σ^2
01	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cambio de formula? Si, sigue 16 No, sigue 02	3	5	8	5.17	0.69
02	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se tienen materiales nuevos (MP's nuevas)? Si, sigue 03 No, sigue 08	1	3	5	3.00	0.44
03	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crear codigos de materiales en SAP	1	3	5	3.00	0.44
04	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Replicacion en paises BPCS que lo requieran	60	120	240	130.00	900.00
05	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar codigos	3	5	8	5.17	0.69
06	Asistente de I&D / Asistente Administrativo				Aprobado? Si, sigue 08 No, sigue 07					
07	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modificar codigos de materiales en SAP (ir 04)	1	2	4	2.17	0.25
08	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crear codigos de material de bulk y/o concentrado	1	2	4	2.17	0.25
09	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Replicación en paises BPCS que lo requieran	1	3	5	3.00	0.44
10	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar codigos	1	3	5	3.00	0.44
11	Asistente de I&D / Asistente Administrativo				Aprobado? Si, sigue 13 No, sigue 12					
12	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	modificar codigo de material de bulk y/o concentrado (ir 09)	1	2	4	2.17	0.25
13	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crear lista de materiales en SAP	3	5	8	5.17	0.69
14	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar codigos	1	3	5	3.00	0.44
15	Asistente de I&D / Asistente Administrativo				Aprobado? Si, sigue 17 No, sigue 16					
16	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modificar lista de materiales en SAP (ir 14)	1	3	5	3.00	0.44
17	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crear o modificar lista de materiales en paises BPCS que lo requieran	3	5	8	5.17	0.69
18	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar codigos	3	5	8	5.17	0.69
19	Asistente de I&D / Asistente Administrativo				Aprobado? Si, fin No, sigue 20					
20	Asistente de I&D / Asistente Administrativo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modificar lista de materiales en paises BPCS que lo requieran (ir 18)	3	5	5	4.67	0.11
Total		9	6	0						
Total - Ruta Critica		6	6	0						

Donde:
a: Tiempo Optimista Et :Tiempo Esperado
m: Tiempo Probable σ^2 : Variaciones de las actividades
b: Tiempo Pesimista

* RUTAS
Para $\lambda > 0$; en caso de reprocesos, $\lambda > 1$
1.- $1 - (16 - 14 - 15)^*a - 17 - (18 - 19)^*b - 20^*(b-1)$
2.- $1 - 2 - 3 - (4 - 5 - 6)^*c - 7^*(c-1) - 8 - (9 - 10 - 11)^*d - 12^*(d-1) - 13 - (14 - 15)^*e - 16^*(e-1) - 17 - (18 - 19)^*f - 20^*(f-1)$
3.- $1 - 2 - 8 - (9 - 10 - 11)^*g - 12^*(g-1) - 13 - (14 - 15)^*h - 16^*(h-1) - 17 - (18 - 19)^*k - 20^*(k-1)$

a =	<input type="checkbox"/>	f =	<input type="checkbox"/>
b =	<input type="checkbox"/>	g =	<input type="checkbox"/>
c =	<input type="checkbox"/>	h =	<input type="checkbox"/>
d =	<input type="checkbox"/>	k =	<input type="checkbox"/>
e =	<input type="checkbox"/>		

Figura III.5: Diagrama Operativo y calculo de tiempos estimados más probables.

Finalmente se calcula los tiempos efectivos de cada posible ruta y las actividades de mayor duración para establecer un tiempo estándar y asignar un costo en base al costo de la mano de obra (en nuestro caso calificada).

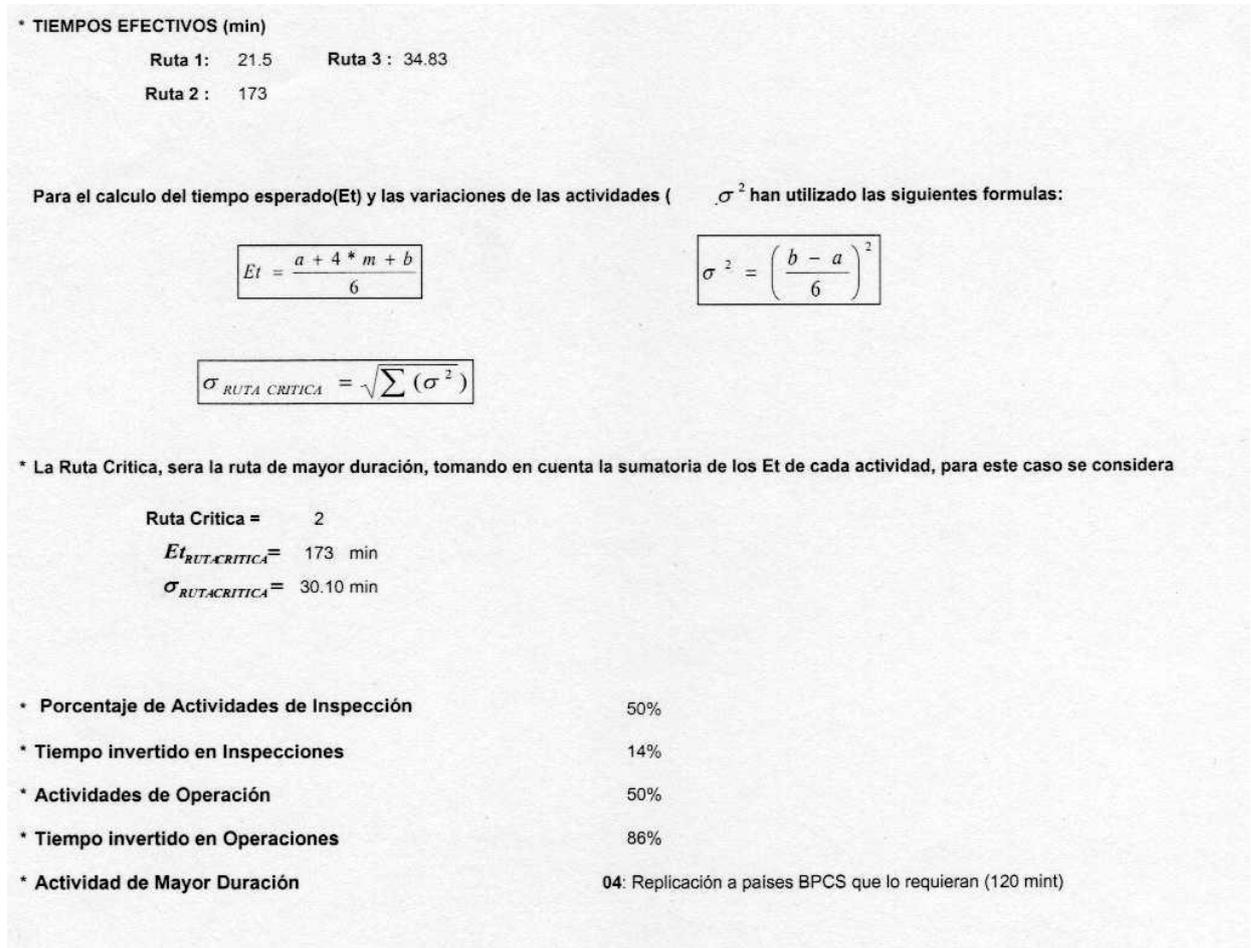


Figura III.6: Cálculo de los porcentajes de composición de las actividades del procedimiento.

Sin embargo este método es demasiado extenso y en la práctica ha mostrado tener deficiencias sobre todo en la estimación de los costos, ya que existen situaciones que plantea el entorno difíciles de predecir y por lo tanto difíciles de manejar a un nivel tan detallado como el mostrado; por ejemplo las Asistentes de I & D tienen que realizar las tareas mostradas en el flujograma, sin embargo no de manera exclusiva, ya que tienen otras funciones ejecutándose en forma paralela y a esto, agregarle un número bastante considerable de proyectos en proceso, haciendo que la identificación puntual de los costos de mano de obra por tarea o inclusive por proyecto sea muy difícil. Una estimación más razonable y ajustada a la realidad es manejarlo a través de actividades estándares como Formulación,

Prueba Piloto, Servicio de Análisis, etc. que se pueden ejecutar en diferentes momentos de tiempo pero nunca más allá de su tiempo permitido máximo (los valores indicados en las figuras III.1 , III.2 y III.3), por eso para efectos prácticos y sin perder la rigurosidad de las estimaciones se han utilizado estimaciones a nivel agregado y tiempos límites de ejecución de las actividades y es la que se manejará a lo largo del presente informe.

III.7.2 Listado de actividades para el desarrollo de un producto nuevo tipo

A continuación podemos observar el plan de diseños para el lanzamiento de un producto nuevo tipo, este está conformado por actividades que dependiendo de la complejidad pueden realizarse o no. Sobre las actividades seleccionadas se estiman los costos del producto nuevo.

III.8 Método 1: Método asignación histórica (método inicial)

La manera como se planifica las actividades del proyecto en la empresa en estudio es mediante la asignación máxima posible de los recursos disponibles, basados en un histórico similar al año anterior, es decir si el costo objetivo del mes de enero del 2005 es de \$ 60,656 dólares, entonces se asigna esa cantidad a ese mes en el año 2006, para ello no se tienen en cuenta la cantidad ni el tipo de productos nuevos a lanzar y la distribución de costos por proyecto es de manera proporcional, es decir, si tenemos 3 tipos de proyectos, se asignaría la tercera parte de este monto disponible a cada tipo de proyecto. La cantidad de productos a lanzar y el momento de lanzamiento se basan en cuestiones estratégicas más que en la optimización de los costos y disponibilidad de recursos, tampoco se tiene en cuenta el tiempo de duración del proyecto y los posibles retrasos por designaciones tardías del lanzamiento de estos. Sobre esta metodología es más importante los plazos de entrega de los nuevos productos que los costos, llegando inclusive a duplicar los gastos por conseguir obtener un producto nuevo a tiempo.

Este método de asignación de costos genera los siguientes problemas:

1. No se conoce de antemano, cual es el gasto de cada proyecto, todo se consume de un monto total asignado a la categoría por determinado mes.
2. No se conoce con exactitud los tiempos máximos tardíos de inicio de cada actividad del proyecto.
3. Debido a que no existe una relación entre el número de proyectos a lanzarse y los gastos que se van a generar, siempre se exceden los montos presupuestados, suele ocurrir también que los gastos asignados a un determinado mes no se lleguen a utilizar, es decir no se gaste el monto especificado, generando problemas de costo de oportunidad. El exceso o el defecto siempre generarán problemas. Ver tabla III.3 para ver las pérdidas económicas por la mala estimación.

III.9 Método 2: Aplicación de las técnicas PERT y CPM

Tradicionalmente en un proceso de lanzamiento de productos nuevos, la solución se maneja con técnicas de PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) y CPM (*Critical Path Method*), que optimizan el tiempo de demora en el lanzamiento así como el uso de recursos en un producto nuevo.

A continuación obtendremos una aproximación a la solución del problema, para ello calcularemos la ruta crítica, el tiempo de demora más largo y las holguras

para las actividades que lo permiten para el tipo de producto Cosmético mediante PERT y CPM:

De la figura III.1 Para el producto tipo cosmético obtenemos una gráfica en red para visualizar la ruta crítica:

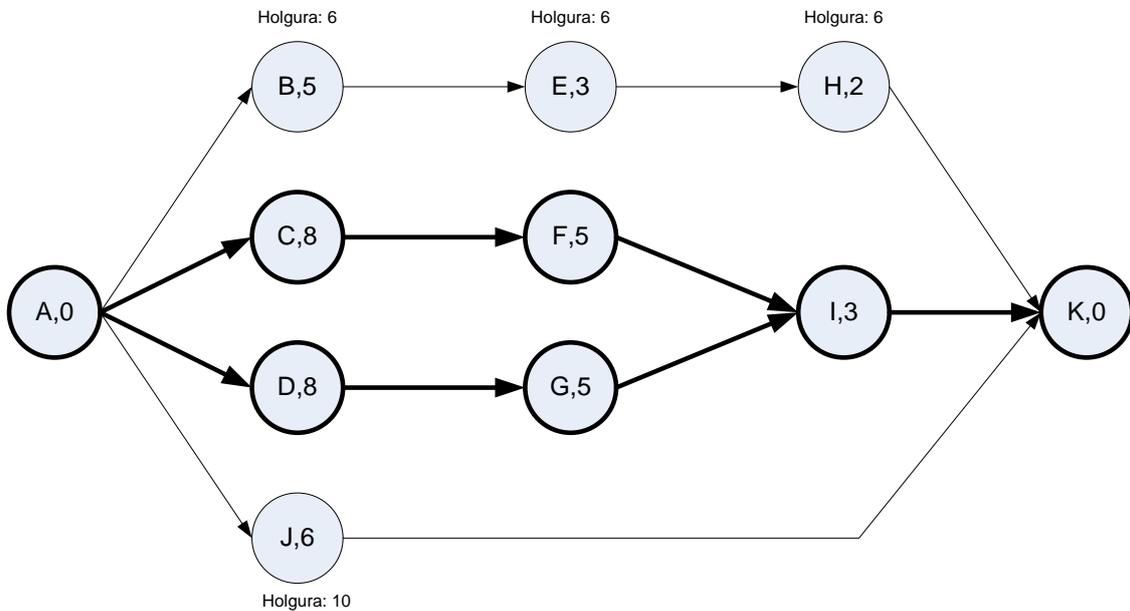


Figura III.7: Diagrama de Red para el producto cosmético

Aplicando los conceptos de ruta crítica calculamos los tiempos con holgura cero o la ruta más larga.

Se observan 2 rutas críticas: A-C-F-I-K; y A-D-G-I-K con un tiempo total de 16 meses, el costo crítico sería de: \$ 3,900 ; y un costo total para el proyecto de : \$ 8,150.

Asignación	Descripción de actividad	Tareas precedentes	Tiempo (meses)	Costo estándar estimado (\$)
A	Empezar	-	-	-
B	Formulación Perú	A	5	1,050
C	Formulación Colombia	A	8	1,050
D	Formulación Francia	A	8	1,050
E	Prueba Piloto Perú	B	3	500
F	Prueba Piloto Colombia	C	5	500
G	Prueba Piloto Francia	D	5	500
H	Piloto industrial Perú	E	2	1,000
I	Piloto industrial Colombia	F, G	3	800
J	Pruebas de seguridad	A	6	1,700
K	Fin	H, I, J	-	-

Tabla III.11: Resumen del proyecto PERT- CPM.

Analizando los resultados y aproximándonos a la solución de nuestro problema, el tiempo de demora del proyecto dado por la ruta crítica, que en nuestro caso son dos: A-C-F-I-K ; y A-D-G-I-K con un tiempo de 16 meses y un costo total de USD \$ 8,150 . Por otro lado, aún no tenemos resuelto el problema de ¿cuánto? sería el gasto mensual del proyecto y ¿Cuándo? comenzaríamos las actividades que presentan holguras, tales como la B, E, H y J, por ejemplo la actividad J tiene una holgura de 10 meses, esto quiere decir que la actividad J puede iniciarse en cualquier mes entre enero y octubre (suponiendo que iniciamos el proyecto en el mes de enero del siguiente año) con esta gama de opciones tendríamos 10 formas de asignar el costo de la actividad J, sin embargo deberíamos de asignarlo al mes que cumpla con las restricciones de costos objetivo para dicho mes, a ello habría que considerar las posibilidades de inicio que tienen las actividades B, E y H. En este punto se puede encontrar una solución de manera iterativa que cumpla con las restricciones de costo para el proyecto en cuestión, sin embargo si queremos manejar no solo un proyecto sino varios como sucede en nuestro caso, el método iterativo dejaría de ser práctico, ya que el

número de opciones sería inmanejable. Encontramos entonces, una limitante en estos métodos y es que estas técnicas sirven para un solo proyecto pero si queremos optimizar toda un portafolio compuesto por varios proyectos el método se queda corto. Por ello, continuaremos avanzando en nuestra solución, ahora aplicando otro método: La programación lineal.

III.10 Método 3: Aplicación de la programación lineal

La solución se tratará de hallar con la programación lineal, mediante la definición de un modelo que incluya las restricciones planteadas y optimice el número y tipo de productos a lanzarse en un año.

III.10.1 Formulación del problema usando programación lineal

El problema se toma como una maximización del número de productos nuevos a lanzar el siguiente año, considerando las restricciones de costo mensual, duración del proceso, los requerimientos del área de Marketing y la rentabilidad de cartera. Es así que se definen las siguientes variables:

$X_{i,j}$ = Productos nuevos a lanzar del tipo i en el mes j

Donde “ i ” puede tomar los siguientes valores:

- “A” para el, tipo Cosmético
- “B” para el, tipo Innovación
- “C” para el, tipo OTC

Y “ j ” puede tomar los valores:

- 1 para productos nuevos a lanzar en enero del siguiente año
- 2 para productos nuevos a lanzar en febrero del siguiente año
- 3 para productos nuevos a lanzar en marzo del siguiente año
- $n-1$ para productos nuevos a lanzar en el mes $n-1$ del siguiente año
- n para productos nuevos a lanzar en el mes n del siguiente año

III.10.1.1 Función Objetivo

De acuerdo con lo descrito, la función objetivo estaría dada por la siguiente fórmula, que representa los productos a lanzar en los doce meses del siguiente año, en cada uno de los tres tipos de productos:

Max :

$$X_{A1}+X_{A2}+X_{A3}+X_{A4}+X_{A5}+X_{A6}+X_{A7}+X_{A8}+X_{A9}+X_{A10}+X_{A11}+X_{A12}+ \\ X_{B1}+X_{B2}+X_{B3}+X_{B4}+X_{B5}+X_{B6}+X_{B7}+X_{B8}+X_{B9}+X_{B10}+X_{B11}+X_{B12}+ \\ X_{C1}+X_{C2}+X_{C3}+X_{C4}+X_{C5}+X_{C6}+X_{C7}+X_{C8}+X_{C9}+X_{C10}+X_{C11}+X_{C12}$$

III.10.1.2 Restricciones de Costo

El área de Investigación y Desarrollo tiene la restricción de gastar un porcentaje de las ventas proyectadas mensuales en los productos nuevos. Considerando los tiempos que se deben cumplir de manera rígida para cada proceso, se ha formulado el cuadro de costos por mes en la Tabla III.12, para cada producto lanzado, los meses previos en que deben ejecutarse y los gastos de cada actividad del proceso. Debe considerarse que el año relevante es el año siguiente (subíndices 1 a 12), sin embargo, considerando que los procesos tienen duración mayor a un año (16 meses), en los costos del año relevante se incluyen actividades de productos a ser lanzados en el año subsiguiente, y debido a que no se cuenta con información de restricción de costos para los meses correspondientes a ese año, se asumirá que tienen la misma restricción dada para los valores del año relevante. Esta suposición se ajusta a la realidad ya que normalmente se asume un crecimiento de ventas de 10% por año, lo que significa una holgura de 10% adicional a los costos, sin embargo se asumirá un crecimiento de 0% que ayuda a simplificar el problema y que mantiene un escenario conservador.

Los productos del tipo Cosmético (A) tienen un costo de desarrollo de US \$ 8,150, los del tipo Innovación (B) tienen un costo de US \$ 22,250 y los del tipo OTC (C) de US \$ 26,450. En los tres casos, el proceso se inicia 16 meses antes del mes de su lanzamiento Ver Tabla III.12.

Tabla III.12: Cuadro de Costos por tipo de producto en US \$ distribuido por meses.

	Años Anteriores	MESES AÑO RELEVANTE												Años Siguientes
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
XA1	8150													0
XA2	8150													0
XA3	7150	1000												0
XA4	6350	800	1000											0
XA5	6350		800	1000										0
XA6	5850	500		800	1000									0
XA7	4150	1700	500		800	1000								0
XA8	4150		1700	500		800	1000							0
XA9	3150	1000		1700	500		800	1000						0
XA10	3150		1000		1700	500		800	1000					0
XA11	2100	1050		1000		1700	500		800	1000				0
XA12	2100		1050		1000		1700	500		800	1000			0
XA1	2100			1050		1000		1700	500		800	1000		0
XA2	2100				1050		1000		1700	500		800	1000	0
XA3	2100					1050		1000		1700	500		800	1000
XA4	2100						1050		1000		1700	500		1800
XA5	0	2100						1050		1000		1700	500	1800
XA6	0		2100						1050		1000		1700	2300
XA7	0			2100						1050		1000		4000
XA8	0				2100						1050		1000	4000
XA9	0					2100						1050		5000
XA10	0						2100						1050	5000
XA11	0							2100						6050
XA12	0								2100					6050
XA1	0									2100				6050
XA2	0										2100			6050
XA3	0											2100		6050
XA4	0												2100	6050
XB1	22250													0
XB2	22250													0
XB3	21250	1000												0
XB4	20450	800	1000											0
XB5	20450		800	1000										0
XB6	19950	500		800	1000									0
XB7	4450	15500	500		800	1000								0
XB8	4450		15500	500		800	1000							0
XB9	3150	1300		15500	500		800	1000						0
XB10	3150		1300		15500	500		800	1000					0
XB11	2100	1050		1300		15500	500		800	1000				0
XB12	2100		1050		1300		15500	500		800	1000			0
XB1	2100			1050		1300		15500	500		800	1000		0
XB2	2100				1050		1300		15500	500		800	1000	0
XB3	2100					1050		1300		15500	500		800	1000

	Años Anteriores	MESES AÑO RELEVANTE												Años Siguientes
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
XB4	2100						1050		1300		15500	500		1800
XB5	0	2100						1050		1300		15500	500	1800
XB6	0		2100						1050		1300		15500	2300
XB7	0			2100						1050		1300		17800
XB8	0				2100						1050		1300	17800
XB9	0					2100						1050		19100
XB10	0						2100						1050	19100
XB11	0							2100						20150
XB12	0								2100					20150
XB1	0									2100				20150
XB2	0										2100			20150
XB3	0											2100		20150
XB4	0												2100	20150
XC1	26450													0
XC2	26450													0
XC3	25450	1000												0
XC4	24650	800	1000											0
XC5	24650		800	1000										0
XC6	24150	500		800	1000									0
XC7	24150		500		800	1000								0
XC8	24150			500		800	1000							0
XC9	3150	21000			500		800	1000						0
XC10	3150		21000			500		800	1000					0
XC11	2100	1050		21000			500		800	1000				0
XC12	2100		1050		21000			500		800	1000			0
XC1	2100			1050		21000			500		800	1000		0
XC2	2100				1050		21000			500		800	1000	0
XC3	2100					1050		21000			500		800	1000
XC4	2100						1050		21000			500		1800
XC5	0	2100						1050		21000			500	1800
XC6	0		2100						1050		21000			2300
XC7	0			2100						1050		21000		2300
XC8	0				2100						1050		21000	2300
XC9	0					2100						1050		23300
XC10	0						2100						1050	23300
XC11	0							2100						24350
XC12	0								2100					24350
XC1	0									2100				24350
XC2	0										2100			24350
XC3	0											2100		24350
XC4	0												2100	24350

Cada columna de costos está sujeta a la restricción de presupuesto para cada mes (los montos se encuentran en la Tabla III.1), por lo que las restricciones de costo serían:

Enero (1)

$$1,000X_{A3}+800X_{A4}+500X_{A6}+1,700X_{A7}+1,000X_{A9}+1,050X_{A11}+2,100X_{A5}+1,000X_{B3}+800X_{B4}+500X_{B6}+15,500X_{B7}+1,300X_{B9}+1,050X_{B11}+2,100X_{B5}+1,000X_{C3}+800X_{C4}+500X_{C6}+21,000X_{C9}+1,050X_{C11}+2,100X_{C5} < = 60,656$$

Febrero (2)

$$1,000X_{A4}+800X_{A5}+500X_{A7}+1,700X_{A8}+1,000X_{A10}+1,050X_{A12}+2,100X_{A6}+1,000X_{B4}+800X_{B5}+500X_{B7}+15,500X_{B8}+1,300X_{B10}+1,050X_{B12}+2,100X_{B6}+1,000X_{C4}+800X_{C5}+500X_{C7}+21,000X_{C10}+1,050X_{C12}+2,100X_{C6} < = 62,673$$

Marzo (3)

$$1,000X_{A5}+800X_{A6}+500X_{A8}+1,700X_{A9}+1,000X_{A11}+1,050X_{A1}+2,100X_{A7}+1,000X_{B5}+800X_{B6}+500X_{B8}+15,500X_{B9}+1,300X_{B11}+1,050X_{B1}+2,100X_{B7}+1,000X_{C5}+800X_{C6}+500X_{C8}+21,000X_{C11}+1,050X_{C1}+2,100X_{C7} < = 41,242$$

Abril (4)

$$1,000X_{A6}+800X_{A7}+500X_{A9}+1,700X_{A10}+1,000X_{A12}+1,050X_{A2}+2,100X_{A8}+1,000X_{B6}+800X_{B7}+500X_{B9}+15,500X_{B10}+1,300X_{B12}+1,050X_{B2}+2,100X_{B8}+1,000X_{C6}+800X_{C7}+500X_{C9}+21,000X_{C12}+1,050X_{C2}+2,100X_{C8} < = 71,044$$

Mayo (5)

$$1,000X_{A7}+800X_{A8}+500X_{A10}+1,700X_{A11}+1,000X_{A1}+1,050X_{A3}+2,100X_{A9}+1,000X_{B7}+800X_{B8}+500X_{B10}+15,500X_{B11}+1,300X_{B1}+1,050X_{B3}+2,100X_{B9}+1,000X_{C7}+800X_{C8}+500X_{C10}+21,000X_{C1}+1,050X_{C3}+2,100X_{C9} < = 55,494$$

Junio (6)

$$1,000X_{A8}+800X_{A9}+500X_{A11}+1,700X_{A12}+1,000X_{A2}+1,050X_{A4}+2,100X_{A10}+1,000X_{B8}+800X_{B9}+500X_{B11}+15,500X_{B12}+1,300X_{B2}+1,050X_{B4}+2,100X_{B10}+1,000X_{C8}+800X_{C9}+500X_{C11}+21,000X_{C2}+1,050X_{C4}+2,100X_{C10} < = 68,951$$

(Julio (7))

$$1000X_{A9}+800X_{A10}+500X_{A12}+1700X_{A1}+1000X_{A3}+1050X_{A5}+2100X_{A11}+1000X_{B9}+800X_{B10}+500X_{B12}+15500X_{B1}+1300X_{B3}+1050X_{B5}+2100X_{B11}+1000X_{C9}+800X_{C10}+500X_{C12}+21000X_{C3}+1050X_{C5}+2100X_{C11} \leq 57595$$

(Agosto (8))

$$1000X_{A10}+800X_{A11}+500X_{A1}+1700X_{A2}+1000X_{A4}+1050X_{A6}+2100X_{A12}+1000X_{B10}+800X_{B11}+500X_{B1}+15500X_{B2}+1300X_{B4}+1050X_{B6}+2100X_{B12}+1000X_{C10}+800X_{C11}+500X_{C1}+21000X_{C4}+1050X_{C6}+2100X_{C12} \leq 70550$$

(Setiembre (9))

$$1000X_{A11}+800X_{A12}+500X_{A2}+1700X_{A3}+1000X_{A3}+1050X_{A7}+2100X_{A1}+1000X_{B11}+800X_{B12}+500X_{B2}+15500X_{B3}+1300X_{B5}+1050X_{B7}+2100X_{B1}+1000X_{C11}+800X_{C12}+500X_{C2}+21000X_{C5}+1050X_{C7}+2100X_{C1} \leq 63004$$

(Octubre (10))

$$1000X_{A12}+800X_{A1}+500X_{A3}+1700X_{A4}+1000X_{A6}+1050X_{A8}+2100X_{A2}+800X_{B1}+500X_{B3}+15500X_{B4}+1300X_{B6}+1050X_{B8}+2100X_{B2}+1000X_{C12}+800X_{C1}+500X_{C3}+21000X_{C6}+1050X_{C8}+2100X_{C2} \leq 75511$$

(Noviembre (11))

$$1000X_{A1}+800X_{A2}+500X_{A4}+1700X_{A5}+1000X_{A7}+1050X_{A9}+2100X_{A3}+1000X_{B1}+800X_{B2}+500X_{B4}+15500X_{B5}+1300X_{B7}+1050X_{B9}+2100X_{B3}+1000X_{C1}+800X_{C2}+500X_{C4}+21000X_{C7}+1050X_{C9}+2100X_{C3} \leq 76617$$

(Diciembre (12))

$$1000X_{A2}+800X_{A3}+500X_{A5}+1700X_{A6}+1000X_{A8}+1050X_{A10}+2100X_{A4}+1000X_{B2}+800X_{B3}+500X_{B5}+15500X_{B6}+1300X_{B8}+1050X_{B10}+2100X_{B4}+1000X_{C2}+800X_{C3}+500X_{C5}+21000X_{C8}+1050X_{C10}+2100X_{C4} \leq 71668$$

III.10.1.3 Restricciones de Marketing

El área de marketing da los lineamientos del número mínimo de productos a lanzar (ver Anexo 5 mayor detalle).

Cantidad Mínima de Productos a Lanzar el siguiente año (13)

$$X_{A1}+X_{A2}+X_{A3}+X_{A4}+X_{A5}+X_{A6}+X_{A7}+X_{A8}+X_{A9}+X_{A10}+X_{A11}+X_{A12}+X_{B1}+X_{B2}+X_{B3}+X_{B4}+X_{B5}+X_{B6}+X_{B7}+X_{B8}+X_{B9}+X_{B10}+X_{B11}+X_{B12}+X_{C1}+X_{C2}+X_{C3}+X_{C4}+X_{C5}+X_{C6}+X_{C7}+X_{C8}+X_{C9}+X_{C10}+X_{C11}+X_{C12} > = 36$$

III.10.1.4 Restricciones de Rentabilidad de cartera

Los productos nuevos presentan rentabilidades esperadas dependiendo del tipo de producto que elijamos, sin embargo también presentan riesgos, existe una relación inversa entre rentabilidad y riesgo. El problema en estudio tiene en cuenta esta restricción de rentabilidad a través de una composición de cartera de productos que diversifica el riesgo y es la mostrada:

La obtención de estas restricciones se genera mediante la teoría de carteras de Harry Markowitz⁸. Markowitz centró su atención en la reducción del riesgo (medido como la desviación estándar) a través de la selección de valores que no se muevan exactamente igual.

La Rentabilidad esperada de una cartera se mide como una sumatoria ponderada de las probabilidades de ocurrencia:

$$\text{Rentabilidad de cartera} = \sum \text{proporción individual} \times \text{rentabilidad individual}$$

Sin embargo como establece la teoría de carteras los riesgos medidos como la desviación estándares de cada uno de los valores se expresa:

	Valor 1 (tipo producto I)	Valor 2 (tipo producto II)
Valor 1	$(X_1)^2 (\sigma_1)^2$	$X_1 X_2 \sigma_{12} = X_1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$
Valor 2	$X_1 X_2 \sigma_{12} = X_1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$	$(X_2)^2 (\sigma_2)^2$

⁸ Brealey – Meyers “Principios de Finanzas Corporativas” pag 128 Mc Graw Hill 2002

La tabla anterior muestra el riesgo de un paquete de 2 valores, en nuestro caso de dos tipo de productos.

Como tenemos 3 productos, establecemos una rentabilidad esperada seleccionando un nivel de riesgo aceptado por la empresa por lo tanto la combinación de rentabilidad y riesgo aceptado para los productos se expresan según el cuadro

Cosmético	No más 50%
Innovación	No menos del 30%
OTC	No menos 10 %

Esta restricción especifica que al nivel de riesgo aceptado, para mantener el riesgo de la cartera de productos, no puede exceder del 50% para el tipo cosmético; caso contrario el riesgo de la cartera sería superior al esperado. De igual forma para el tipo de producto innovación, esta no puede ser menor del 30% por que se espera llegar a un mínimo de rentabilidad. Al igual que los productos OTC:

Tipo Cosmético no mayor del 50% (14)

$$0.5X_{A1}+0.5X_{A2}+0.5X_{A3}+0.5X_{A4}+0.5X_{A5}+0.5X_{A6}+0.5X_{A7}+0.5X_{A8}+0.5X_{A9}+0.5X_{A10}+0.5X_{A11}+0.5X_{A12}-0.5X_{B1}-0.5X_{B2}-0.5X_{B3}-0.5X_{B4}-0.5X_{B5}-0.5X_{B6}-0.5X_{B7}-0.5X_{B8}-0.5X_{B9}-0.5X_{B10}-0.5X_{B11}-0.5X_{B12}-0.5X_{C1}-0.5X_{C2}-0.5X_{C3}-0.5X_{C4}-0.5X_{C5}-0.5X_{C6}-0.5X_{C7}-0.5X_{C8}-0.5X_{C9}-0.5X_{C10}-0.5X_{C11}-0.5X_{C12} < 0$$

Tipo Innovación no menor del 30% (15)

$$-0.3X_{A1}-0.3X_{A2}-0.3X_{A3}-0.3X_{A4}-0.3X_{A5}-0.3X_{A6}-0.3X_{A7}-0.3X_{A8}-0.3X_{A9}-0.3X_{A10}-0.3X_{A11}-0.3X_{A12}+0.7X_{B1}+0.7X_{B2}+0.7X_{B3}+0.7X_{B4}+0.7X_{B5}+0.7X_{B6}+0.7X_{B7}+0.7X_{B8}+0.7X_{B9}+0.7X_{B10}+0.7X_{B11}+0.7X_{B12}-0.3X_{C1}-0.3X_{C2}-0.3X_{C3}-0.3X_{C4}-0.3X_{C5}-0.3X_{C6}-0.3X_{C7}-0.3X_{C8}-0.3X_{C9}-0.3X_{C10}-0.3X_{C11}-0.3X_{C12} > 0$$

Tipo OTC no menor del 10% (16)

$$-0.1X_{A1}-0.1X_{A2}-0.1X_{A3}-0.1X_{A4}-0.1X_{A5}-0.1X_{A6}-0.1X_{A7}-0.1X_{A8}-0.1X_{A9}-0.1X_{A10}-0.1X_{A11}-0.1X_{A12}-0.1X_{B1}-0.1X_{B2}-0.1X_{B3}-0.1X_{B4}-0.1X_{B5}-0.1X_{B6}-0.1X_{B7}-0.1X_{B8}-0.1X_{B9}-0.1X_{B10}-0.1X_{B11}-0.1X_{B12}+0.9X_{C1}+0.9X_{C2}+0.9X_{C3}+0.9X_{C4}+0.9X_{C5}+0.9X_{C6}+0.9X_{C7}+0.9X_{C8}+0.9X_{C9}+0.9X_{C10}+0.9X_{C11}+0.9X_{C12} > 0$$

III.10.1.5 Otras Restricciones

Adicionalmente se tiene la restricción de no negatividad y de resultado entero:

$$X_{i,j} > 0 \text{ y enteros } \dots\dots\dots(17)$$

En resumen, el problema se ha formulado como una maximización de productos a lanzar, con 17 restricciones, el que será resuelto con Programación Lineal.

III.10.1.6 Consideraciones preliminares a la solución

Una opción a la formulación de la función objetivo sería la minimización de los costos y se plantearía de la siguiente manera:

Min :

$$\begin{aligned} &8150 X_{A1}+8150 X_{A2}+8150 X_{A3}+8150 X_{A4}+8150 X_{A5}+8150 X_{A6}+8150 X_{A7}+8150 \\ &X_{A8}+8150 X_{A9}+8150 X_{A10}+8150 X_{A11}+8150 X_{A12}+ \\ &22250 X_{B1}+22250 X_{B2}+22250 X_{B3}+22250 X_{B4}+22250 X_{B5}+22250 X_{B6}+22250 \\ &X_{B7}+22250 X_{B8}+22250 X_{B9}+22250 X_{B10}+22250 X_{B11}+22250 X_{B12}+ \\ &26450 X_{C1}+26450 X_{C2}+26450 X_{C3}+26450 X_{C4}+26450 X_{C5}+26450 X_{C6}+26450 \\ &X_{C7}+26450 X_{C8}+26450 X_{C9}+26450 X_{C10}+26450 X_{C11}+26450 X_{C12} \end{aligned}$$

Sin embargo al resolver el programa lineal usando esta función objetivo se obtendría un conjunto de solución optimizada en función al costo, lo que significaría que habría holguras en las restricciones mensuales, habrían meses en los que se estaría muy por debajo del costo objetivo, es decir sobraría dinero según el presupuesto planteado y esto a pesar de ser eficiente desde el punto de vista de costos puede ser contraproducente desde el punto de vista de planificación presupuestal y contable.

En la restricción 17 se asignan valores enteros y positivos. Dado que la función objetivo a maximizar es la cantidad de productos a ser lanzados en el año siguiente, el problema debe trabajarse con Programación Lineal Entera. Sin embargo, los programas lineales con enteros son más difíciles de resolver si no se cuenta con herramientas muy elaboradas para su cálculo el problema se corrió con el software **Management Scientist v.6.0** (MS) de Anderson, Sweeney y

Williams de Thomson southwestern publishing⁹. y no arrojó soluciones factibles. Es por estas limitaciones que se ha trabajado el modelo planteado con relajación¹⁰ del programa lineal. Las implicancias económicas no son considerables ya que se esta redondeando por defecto de tal forma que no excederá las restricciones de costos. En el peor de los casos se dejará de utilizar una fracción de los costos de un producto nuevo pero en ningún caso excederá los costos objetivos.

III.10.1.7 Solución del problema usando programación lineal

Aplicando el software MS se optimizó la función objetivo en 49.6 productos nuevos a lanzar en el año siguiente, con los siguientes valores para las variables relevantes:

Mes Lanzamiento	Cosmético		Innovación		OTC	
Enero	X _{A1}	23.8	X _{B1}	0.6	X _{C1}	0.2
Febrero	X _{A2}	0.0	X _{B2}	3.3	X _{C2}	2.3
Marzo	X _{A3}	0.0	X _{B3}	0.1	X _{C3}	0.0
Abril	X _{A4}	0.0	X _{B4}	2.5	X _{C4}	0.0
Mayo	X _{A5}	0.0	X _{B5}	2.6	X _{C5}	0.0
Junio	X _{A6}	0.0	X _{B6}	0.0	X _{C6}	0.0
Julio	X _{A7}	0.0	X _{B7}	3.3	X _{C7}	0.0
Agosto	X _{A8}	0.0	X _{B8}	3.4	X _{C8}	2.5
Setiembre	X _{A9}	1.0	X _{B9}	0.0	X _{C9}	0.0
Octubre	X _{A10}	0.0	X _{B10}	3.2	X _{C10}	0.0
Noviembre	X _{A11}	0.0	X _{B11}	1.0	X _{C11}	0.0
Diciembre	X _{A12}	0.0	X _{B12}	0.0	X _{C12}	0.0
Total		24.8		20		5

Tabla III.13: Resumen de los resultados del Problema de programación Lineal

Al utilizar la relajación del problema para tomar valores enteros y cumplir con las restricciones de costos mensuales debemos tomar los valores enteros por mes (truncando las cifras), esto sub-optimizará la función objetivo, pero podría tolerarse como un acercamiento a la solución.

⁹ Anderson, Sweeney y Williams; Métodos Cuantitativos para los negocios, 10^o Edición, 2006.

¹⁰ Relajación PL es el programa lineal que resulta de eliminar los requerimientos de enteros. De acuerdo a Anderson, Sweeney y Williams, no es conveniente tratar de resolver un problema como un programa entero si es razonable simplemente redondear o truncar la solución de programación lineal.

Relajando el problema obtendríamos la función objetivo en 45 productos nuevos a lanzar con los siguientes valores para las variables relevantes, Ver la tabla III.14.

Mes Lanzamiento	Cosmético	Innovación	OTC
Enero	X_{A1} 23	X_{B1} 0	X_{C1} 0
Febrero	X_{A2} 0	X_{B2} 3	X_{C2} 2
Marzo	X_{A3} 0	X_{B3} 0	X_{C3} 0
Abril	X_{A4} 0	X_{B4} 2	X_{C4} 0
Mayo	X_{A5} 0	X_{B5} 2	X_{C5} 0
Junio	X_{A6} 0	X_{B6} 0	X_{C6} 0
Julio	X_{A7} 0	X_{B7} 3	X_{C7} 0
Agosto	X_{A8} 0	X_{B8} 3	X_{C8} 2
Septiembre	X_{A9} 1	X_{B9} 0	X_{C9} 0
Octubre	X_{A10} 0	X_{B10} 3	X_{C10} 0
Noviembre	X_{A11} 0	X_{B11} 1	X_{C11} 0
Diciembre	X_{A12} 0	X_{B12} 0	X_{C12} 0
Total	24	17	4

Tabla III.14: Resumen de los resultados del Problema de programación Lineal relajado.

Con el MS se obtienen algunos valores adicionales que permiten hacer análisis de sensibilidad¹¹. Consideramos que los datos relacionados a los costos reducidos¹² y a los rangos para el análisis de sensibilidad de los coeficientes no son relevantes para este proyecto ya que la función objetivo define cantidades y los coeficientes son igual a uno en todos los casos.

En lo que respecta a las restricciones y sus resultados, estos arrojan que el valor obtenido en la función objetivo es mayor al mínimo exigido en 9. Asimismo, la cantidad de productos tipo cosmético, restringidos a no ser mayores al 50% de los productos (24 productos), del tipo innovación no menor al 30% (17 productos) y del tipo OTC no menor del 10% (4). Para el cumplimiento de estas restricciones solo se tomaron valores enteros, truncando los decimales, existen diferencias si se toman los decimales que harían que no cumplamos con las restricciones planteadas, pero este error sería causado por el redondeo de las cifras.

¹¹ El resultado del software completo se incluye en el anexo 7, lo que permite sensibilizar los resultados obtenidos

¹² Costo reducido se define como la cantidad por la cual un coeficiente en la función objetivo tendría que mejorar antes de que sea posible que la variable correspondiente tome un valor positivo en la solución óptima

En cuanto a las restricciones de costos se cumplieron totalmente, es decir, el gasto estuvo por debajo de los costos objetivos mensuales.

III.10.1.8 Interpretación de los resultados

En el año siguiente se lanzarán 24 productos del tipo cosmético, 17 del tipo innovación y 4 del tipo OTC. El gasto total en el año alcanzará **US \$ 679,650** de un costo planificado de **US \$ 775,005** incluyendo parte del proceso de desarrollo de productos a ser lanzados en el año subsiguiente. Los lanzamientos se harán según el siguiente cronograma:

- Enero: 23 cosméticos
- Febrero: 3 innovación y 2 OTC
- Abril: 2 innovación
- Mayo: 2 innovación
- Julio :3 innovación
- Agosto:3 innovación y 2 OTC
- Septiembre: 1 cosmético
- Octubre:3 innovación
- Noviembre:1 innovación

El área de investigación y desarrollo cuenta adicionalmente con la información sobre cuándo se inicia el proceso de desarrollo para los productos a lanzar en el año subsiguiente, lo que permite tener un plan realista.

III.11 Método 4: Aplicación del MRP

Ahora, se tratará de encontrar la solución a través de la técnica del MRP que nos permitirá obtener la cantidad y momento de ejecución de las actividades del proyecto y con esto determinar los rangos factibles de solución que minimicen el costo.

En el planteamiento del problema, el área de Marketing establecía sus requerimientos de cuántos productos por año como mínimo deberían lanzarse y de que tipo, en la vida real, muchas veces es esta área la que da una aproximación de la cantidad de productos mensuales y los tipos a lanzarse y es Ingeniería quien valida la información recomendando los reajustes que deberían de hacerse en base a la capacidad del área. La aplicación del MRP es un procedimiento mucho más eficiente que el de programación lineal cuando se tiene esta información y algo que no se había tomado en cuenta en la aplicación anterior es la flexibilidad a los cambios (por ejemplo: restricciones de capacidad). Además la planificación de costos es una de las aplicaciones del MRP II tal como lo establece (Heizer y Rendel, 2001). A continuación se plantea la solución del problema de planificación de productos nuevos utilizando la mecánica del MRP.

III.11.1 Lista de Materiales

La lista de Materiales describe la cantidad de componentes y tipo que entra en la conformación de un producto, para nuestro caso de planificación de costos, el equivalente a una lista de materiales es el Diagrama de tiempo, actividades y estimación de costos por actividad de la figura III.1 mostrada anteriormente. En esta se definen que actividades son requeridas para tener un producto nuevo, además de los costos por actividad que serán los recursos a planificar y los tiempos máximos que se requiere ejecutar la actividad, estos valores serían el equivalente a los *lead times* en un entorno MRP de producción. Así también la figura III.1 muestra otra característica de las listas de materiales que son la secuencia de ejecución de las actividades, es decir que actividades se tienen que ejecutar antes que otras. En los diagramas siguientes se transforman los diagramas dados inicialmente a la estructura de árbol (ver figura III.8 ; III.9 y III.10)

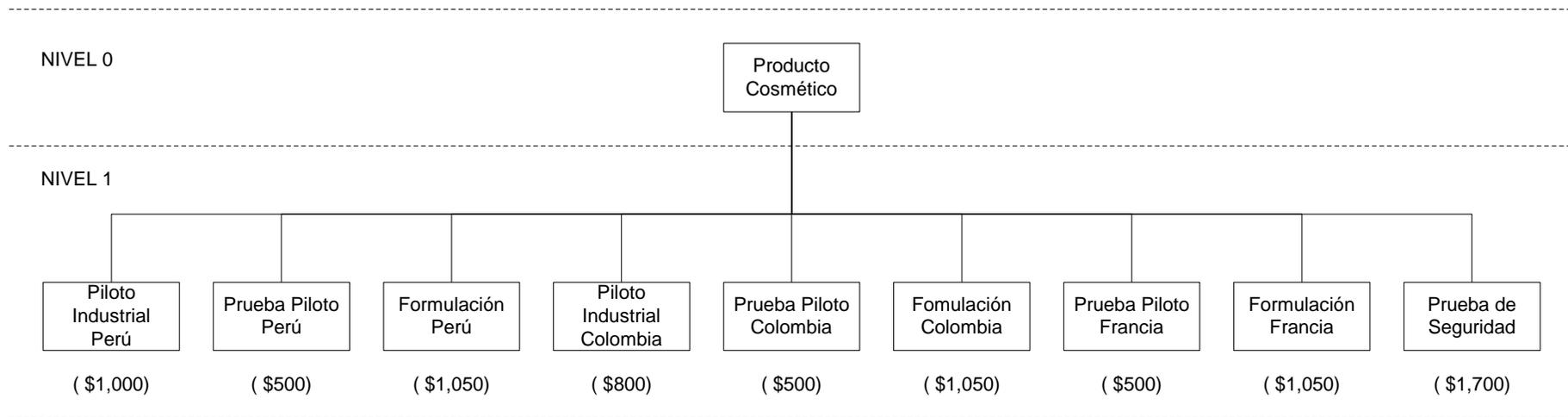


Figura III.8: Diagrama de árbol de las actividades que componen el Producto Cosmético

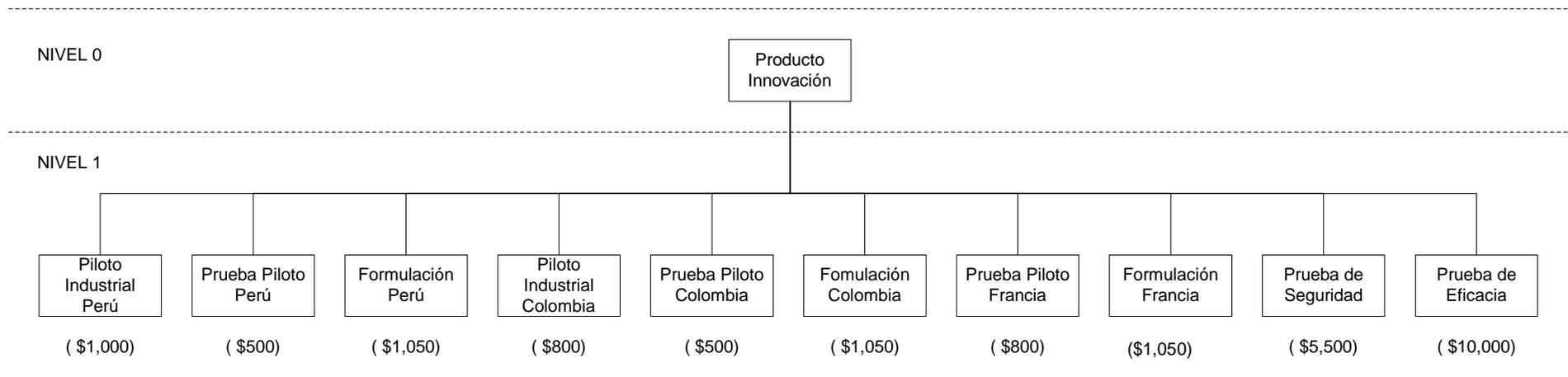


Figura III.9: Diagrama de árbol de las actividades que componen el Producto Innovación

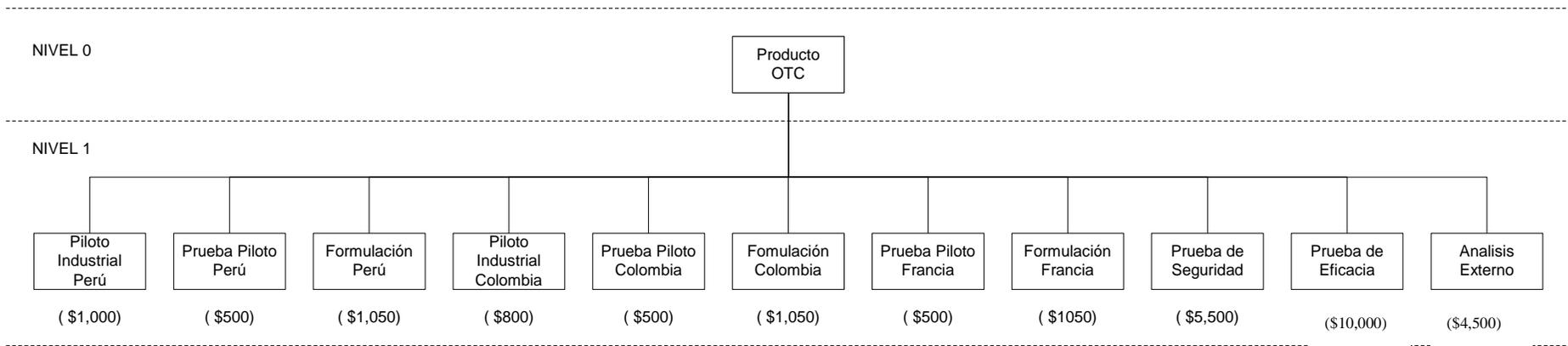


Figura III.10: Diagrama de árbol de las actividades que componen el Producto OTC

III.11.2 Plan Maestro de Producción

El Plan Maestro de Producción define qué es lo que se debe hacer y cuándo, normalmente tiene un nivel de detalle bastante específico para los productos, y es elaborado a partir de un Plan Maestro Agregado, para nuestra aplicación el Plan Maestro será el Plan de lanzamiento de productos nuevos preliminar, elaborado por el área de Marketing, en base a las consideraciones estratégicas y de mercado. (Este Plan de Marketing debería ser el que se obtuvo en la aplicación con la programación lineal pero se dejará la aplicación del MRP basado en la PL para más adelante), normalmente los planes de Marketing no se basan en criterios de optimalidad desde el punto de vista de costos, para nuestro caso utilizaremos el siguiente Plan de Marketing:

Año relevante												
Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cosméticos					10	30					10	10
Innovación												
OTC								20				
TOTAL					10	30		20			10	10

Año subsiguiente												
Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cosméticos	10		20		50							
Innovación		10			10		10					
OTC			10		10							
TOTAL	10	10	30		70		10					

Tabla III.15: Plan de lanzamiento de productos nuevos (Montos expresados en unidades, fuente Plan preliminar de lanzamiento de Producto Nuevos BELCORP).

Un aspecto que no se consideró en la aplicación anterior es que el lanzamiento de un producto nuevo involucra en promedio 16 meses lo que supone planificar con más de 2 años de anticipación, para nuestro caso consideraremos un plan maestro que involucre un horizonte de planeamiento de 2 años tal como se muestra en la tabla III.15.

III.11.3 Estado de Inventarios

Otro de los elementos de entrada del MRP son los estados de Inventarios, es decir cuánto inventario de un producto final o componente tenemos en los almacenes y las órdenes ya programadas para recepcionarse. En este elemento de entrada del MRP es donde debería incluirse los costos de

los productos lanzados con anterioridad o que serán lanzados a futuro, para el caso resuelto con Programación Lineal se asumió que estas órdenes o futuros lanzamientos eran iguales año a año, con el fin de acotar la formulación del modelo, en este caso no es necesario hacer esa suposición ya que estaríamos trabajando con los valores reales de lanzamiento de productos de los años relevantes (2 años).

III.11.4 Ejecución del MRP

La ejecución del MRP tal como se describió en la parte teórica es sencilla, sin embargo la complejidad surge cuando se quiere manejar una cantidad considerable de productos. Una cantidad considerable pueden ser 3 tipos de productos con 10 componentes en promedio y *lead times* de 16 meses, esto representa las condiciones reales de un sistema de productos nuevos, sin embargo el MRP presenta su mayor ventaja con sistemas de mayor complejidad que requieren el uso de software de gran costo; para nuestra aplicación se usará el **Excel OM V2.0** de Howard J. Weiss¹³ con capacidad suficiente para entornos como nuestro caso, esto nos evitará tener que utilizar software estándares y costosos.

La lógica del MRP para nuestro caso se muestra en la Figura III.11, aquí se ha desarrollado en el operador MRP las actividades de Prueba Industrial Perú y Colombia, para el tipo de producto Cosmético para los 12 primeros meses.

¹³ Este software viene incluido en el libro de Heizer y Render , Dirección de la Producción – Decisiones Tácticas, 6ª Edición, Ed. Prentice Hall, Madrid 2001.

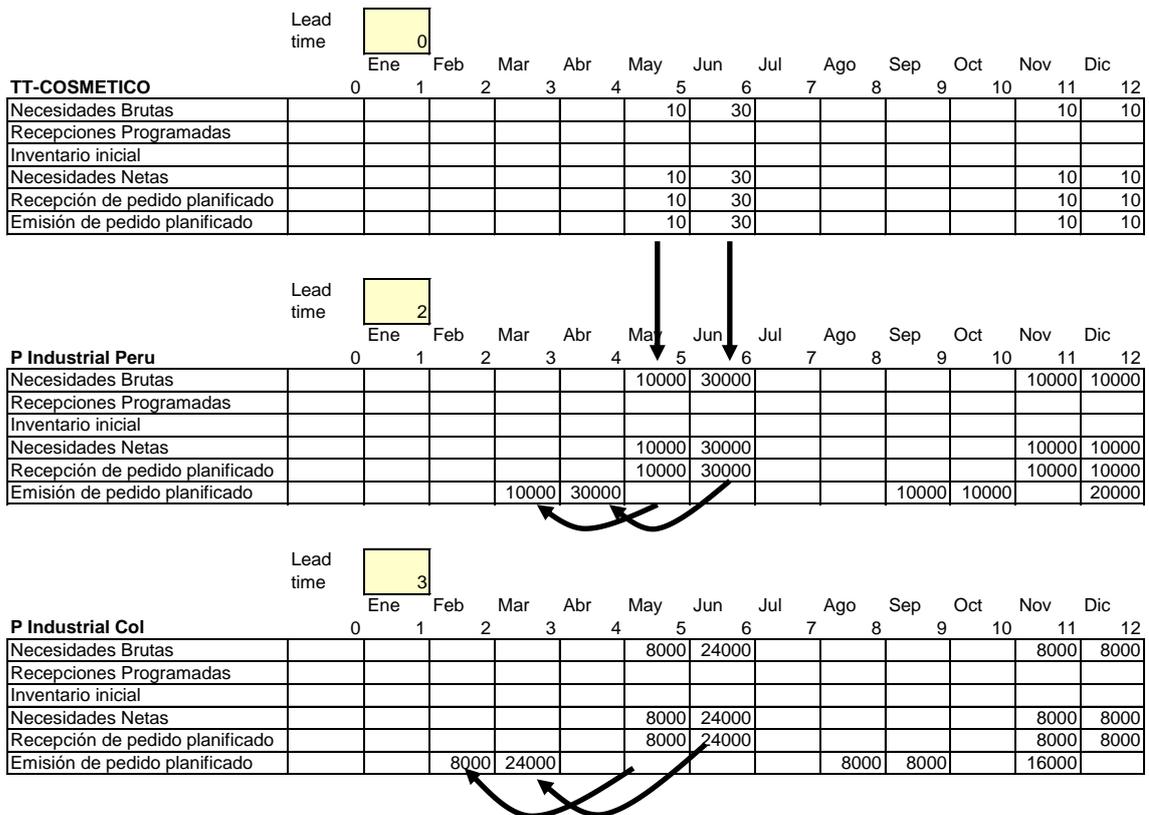


Figura III.11: Ejecución del MRP para los próximos 12 meses, del tipo de producto cosmético, se incluye las actividades Prueba Industrial Perú y Prueba Industrial Colombia

Se toma los lanzamientos de productos como demanda independiente, es decir que su valor puede considerarse aleatorio o basado en pronósticos, esta aseveración la tomaremos como válida para el lanzamiento de productos nuevos toda vez que la decisión de lanzar un producto se basa en consideraciones estratégicas o de Marketing que tienen un cierto nivel de incertidumbre. Para el caso de las actividades Prueba Industrial Perú y Prueba Industrial Colombia; el costo de las actividades se toma como demandas dependientes, es decir los 10 productos nuevos tipo cosmético requeridos para Mayo, se transforman en 10,000 de costo para el mismo mes de Mayo de la actividad Prueba Industrial Perú, ya que si vemos la lista de material en la figura III.11 para 1 unidad de producto final se requiere 1,000 de costo por concepto de Prueba Industrial Perú, por lo tanto, se requiere $10 \times 1,000 = 10,000$ para las 10 unidades requeridas. Estas necesidades brutas se transforman en necesidades netas al no existir recepciones programadas ni inventario inicial, luego las necesidades netas se planifican y se convierten en Recepción de Pedido Planificados, es decir en que momento llegará los recursos requeridos, finalmente se retrocede en el tiempo en un valor

equivalente al *lead time* de la actividad, en este caso de 2 meses, para emitir las órdenes en firme, por ello tenemos la emisión de pedido planificado de 10,000 de costo en el mes de Marzo. Del mismo modo para 30 unidades de producto nuevo requeridas para el mes de Junio se generan 30,000 de Prueba Industrial Perú para el mes de Abril. Para el caso de la actividad Prueba Industrial Colombia se obtienen 8,000 y 24,000 unidades de recursos planificados para los meses de Febrero y Marzo respectivamente, hay que tener en cuenta aquí un *lead time* de 3 meses.

Esta operación se repite para los 9 componentes de un producto nuevo del tipo cosmético una vez finalizado todo el proceso del MRP se realiza una nueva corrida para los otros 2 tipos de productos, el de Innovación y OTC. Realizar estas operaciones sencillas resulta complicado si se manejan en gran volumen. Para nuestro caso la complejidad proviene de la cantidad de componentes que manejamos y los diversos *lead times* que se tienen por actividad. Para los siguientes tipos de productos se aplica el Excel OM (en el Anexo 8 se observa las tablas de su desarrollo).

III.11.5 Integración del método de programación lineal y el MRP

En el análisis del método MRP se tomó como premisa la existencia de la cantidad y tipo de productos nuevos a lanzar, es decir se asumió como solucionado el problema (éstas variables eran las que se buscaban), sin embargo bajo esta premisa no se tiene en cuenta en absoluto los costos, el escenario preponderante en este supuesto es que las decisiones de lanzamiento de cantidad y tipo de productos nuevos dependen totalmente de las decisiones de Marketing más que consideraciones de costos, es decir se debe lanzar a como de lugar la cantidad de productos definidos y en los meses especificados, esto genera también que de antemano se tengan proyectos retrasados, por ejemplo en la figura III.11 se tiene que lanzar 10 productos en el mes de Mayo, lo que significa que el producto se tiene que haber iniciado 16 meses antes, y suponiendo que se define el programa en el mes de enero, estaríamos comenzando un proyecto con 11 meses de retraso, lo cual si se toma en serio la gestión de proyectos, es inconcebible, sin embargo la realidad no se ajusta a lo que debería de ser, planificar el lanzamiento de un producto nuevo cosmético con 16 meses de anticipación es una tarea bastante difícil,

sobre todo si se quiere precisión en el momento del lanzamiento, por ello es que, al ajustar la cartera de productos puedan surgir proyectos con 5 meses de anticipación, los escenarios estratégicos tan cambiantes en una industria ligada a temas tan difíciles de predecir como la moda o cosméticos hacen que estos sean una cuestión cotidiana, por ello optimizar la cantidad de productos y los tipos desde el punto de vista de de costos pierde sentido.

Tomar en cuenta un plan definido estratégicamente corre el riesgo de no estar optimizado en cuanto a costos y con tiempos retrasados, y el tomar en cuenta un tipo y cantidad de productos mediante métodos optimizados (programación lineal) corre el riesgo de estar desactualizado estratégicamente, al menos en escenarios tan cambiantes como la industria cosmética. Por ello la selección de uno u otro método dependerá de las prioridades de la empresa. Existe otra opción que puede buscar un equilibrio entre ambos métodos (*trade off*), es decir definir el plan de productos nuevos al inicio mediante La Programación Lineal e ir ajustando la solución mediante el MRP del tal forma que nos conduzca hacia un plan estratégicamente adecuado y finalmente iterar para tomar en consideración el impacto de todas las variables de tiempo, costo, capacidad y estrategia.

A continuación aplicaremos a nuestro caso esta sugerencia y obtendremos los siguientes resultados.

La solución obtenida PL es la siguiente:

- Enero: 23 cosméticos
- Febrero: 3 innovación y 2 OTC
- Abril: 2 innovación
- Mayo: 2 innovación
- Julio :3 innovación
- Agosto:3 innovación y 2 OTC
- Septiembre: 1 cosmético
- Octubre:3 innovación
- Noviembre:1 innovación

Ejecutando este plan de lanzamiento en el MRP tenemos el siguiente resultado (ver tabla III.16) que cumplen con las restricciones de Marketing dadas en el planteamiento del problema y también con los costos objetivos. Como se podrá observar en el registro MRP se trabaja con 24 meses, es decir

el año relevante y el subsiguiente, y se considera la misma cantidad de productos nuevos para ambos años, sin embargo el año relevante es el que mantiene los costos ajustados a la realidad, es decir que hay actividades que se están trabajando y que generan costos para el año subsiguiente, tal como se asumió en la solución de Programación Lineal. Aquí es importante observar que si quisiéramos podríamos modificar este supuesto colocando una mayor cantidad de productos al año subsiguiente, de tal forma que se refleje en el año relevante, esto sería demasiado complicado en la Programación Lineal, sin embargo en el MRP es un procedimiento sencillo, dándonos una mayor ventaja en cuanto a mayor flexibilidad en nuestras soluciones.

TT-Cosmetico

MES 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	
P Industrial Per	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	23000	0	0
P Industrial Col	0	0	0	0	0	0	800	0	0	0	18400	0	0	0
P Piloto Peru	0	0	0	500	0	0	0	11500	0	0	0	0	0	0
P Piloto Col	500	0	0	0	11500	0	0	0	0	0	0	0	0	500
P Piloto Francia	500	0	0	0	11500	0	0	0	0	0	0	0	0	500
Formulacion Peru	0	0	24150	0	0	0	0	0	0	0	1050	0	0	0
Formulacion Col	0	0	0	0	1050	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fomulacion Fr	0	0	0	0	1050	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prueba de Seguridad	0	0	1700	0	0	0	39100	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	1000	0	25850	500	25100	800	40100	11500	0	18400	24050	0	1000

TT-Innovación

MES 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	
P Industrial Per	0	2000	2000	0	3000	3000	0	3000	1000	0	0	3000	0	
P Industrial Col	1600	1600	0	2400	2400	0	2400	800	0	0	2400	0	1600	
P Piloto Peru	0	1500	1500	0	1500	500	0	0	1500	0	1000	1000	0	
P Piloto Col	0	1500	500	0	0	1500	0	1000	1000	0	1500	1500	0	
P Piloto Francia	0	2400	800	0	0	2400	0	1600	1600	0	2400	2400	0	
Formulacion Peru	1050	0	0	3150	0	2100	2100	0	3150	3150	0	3150	1050	
Formulacion Col	2100	0	3150	3150	0	3150	1050	0	0	0	0	0	0	
Fomulacion Fr	2100	0	3150	3150	0	3150	1050	0	0	0	0	0	0	
Prueba de Seguridad	16500	16500	0	16500	5500	0	0	16500	0	11000	11000	0	16500	
Prueba de Eficacia	30000	30000	0	30000	10000	0	0	30000	0	20000	20000	0	30000	
TOTAL	0	53350	55500	11100	58350	22400	15800	6600	52900	8250	34150	38300	11050	49150

TT-OTC

MES 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
P Industrial Per	0	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	2000
P Industrial Col	0	0	0	0	1600	0	0	0	0	0	1600	0	0
P Piloto Peru	0	0	1000	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0
P Piloto Col	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	1000	0
P Piloto Francia	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	1000	0
Formulacion Peru	0	0	0	2100	0	0	0	0	0	2100	0	0	0
Formulacion Col	0	0	0	2100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fomulacion Fr	0	0	0	2100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prueba de Seguridad	0	0	0	0	0	11000	0	0	0	0	0	11000	0
Prueba de Eficacia	0	0	0	0	0	20000	0	0	0	0	0	20000	0
Analisis Externo	0	0	0	0	0	9000	0	0	0	0	0	9000	0
TOTAL	0	0	0	1000	6300	1600	44000	0	0	1000	2100	1600	44000

TOTAL	0	54350	55500	37950	65150	49100	60600	46700	64400	9250	54650	63950	55050	616650
Restricciones de Costo	60696	62673	41242	71044	55494	68951	57595	70550	63004	75511	76617	71668	775005	

Tabla III.16: Resultado del MRP tomando para la solución encontrada con PL.

Como puede observarse se cumplen con las restricciones de costos dadas para los meses relevantes, se obtiene un costo total de **US \$ 616,650** para el plan de productos nuevos con una restricción de **US\$ 775,005** anual. Existe una variación entre la solución hallada con el MRP (\$ 616,650) y la de PL (\$ 679,650) de \$ 63,000 esto debido a que hay actividades que salen del rango de tiempo trabajado con el MRP lo que genera que hay costos que no se están tomando en cuenta en el costo total. El tiempo total del proyecto es 16 meses y excede en 4 meses al trabajado con el MRP, para evitar esto, debería trabajar con periodos de 16 meses en adelante sin embargo se requiere de software de una mayor potencia de cálculo y en muchos casos la ventaja ganada con la flexibilidad del MRP supera esas diferencias que por la dinámica de los negocios puede ser imperceptible.

III.11.6 Dinámica del MRP

A medida que nos acercamos en el tiempo, se hace más crítico modificar la fecha de inicio de los proyectos ya que esto modificará la estructura de costos con el consiguiente riesgo de exceder los costos objetivos. Sin embargo este método es más eficiente desde la perspectiva del MRP por que permite fácilmente iterar y obtener los resultados de costos de manera inmediata. Por el método de la PL, tendríamos que estar modificando permanentemente el programa lineal resultando mucho más tedioso y tomaría demasiado tiempo para los efectos prácticos. Por ello se recomienda la PL para obtener un plan de lanzamiento tentativo y optimizado desde el punto de vista de los costos y a medida que se va avanzando en el tiempo modificar el plan incluyendo las modificaciones estratégicas de marketing de número de productos mínimos por tipo o de capacidad de elaboración tanto de las áreas internas como externas. La facilidad de manejar estos cálculos de manera rápida hace al MRP la opción más eficiente. Por otro lado también el MRP es una técnica bastante desarrollada y estudiada y es posible utilizar las técnicas de solución de problemas de este método, como por ejemplo los periodos de congelación, que nos permiten modificaciones de las unidades planeadas hasta determinado periodo de tiempo, de tal forma que se tenga planes factibles y estratégicamente adecuados, los conceptos de nerviosismo del sistema MRP

ayudan a encontrar y manejar los planes de lanzamiento teniendo en cuenta las demandas de los componentes de nivel inferior, etc.

Por ello complementar la PL y el MRP definen un procedimiento más dinámico que trabajarlas de manera independiente en la solución del problema.

III.12 Demostración de la hipótesis planteada.

La hipótesis establece: “Las técnicas de planificación basadas en la programación lineal y MRP generan un procedimiento más eficiente de planificación de productos nuevos bajo el método de asignación histórica”

Por lo tanto Si el costo de estimación del método inicial es mayor que el costo de estimación de los métodos basados en la programación lineal y MRP entonces la hipótesis queda demostrada.

A continuación mostramos los resultados:

Método Asignación histórica (inicial)

	Total 2005
Gasto Real	1,050,796
Gasto presupuestado inicial	656,771
Diferencia de Estimación	-394,025
Costo por estimación (TREMA = 19.36%)	76,283

Método PL

	Total 2006
Gasto Real	679,650
Gasto presupuestado inicial	775,005
Diferencia de Estimación	95,355
Costo por estimación (TREMA = 19.36%)	18,460

Método PL y MRP

	Total 2006
Gasto Real	616,650
Gasto presupuestado inicial	775,005
Diferencia de Estimación	158,355
Costo por estimación (TREMA = 19.36%)	30,658

Tabla III.17 Resultado de los costos de estimación de los diferentes métodos (elaboración propia).

De los resultados observamos que los Costos por estimación del método inicial es mayor que los costos del método de PL y del método PL y MRP:

Costo estimación inicial (\$ 76,283) > Costo estimación PL y MRP (\$ 30,658)

Costo estimación inicial (\$ 76,283) > Costo estimación PL (\$ 18,460)

Por lo tanto los métodos basados en Programación Lineal y MRP son más eficientes que el método de asignación histórica.

A pesar que los costos de estimación del Método PL y MRP es mayor al Método PL ; no se puede decir lo mismo sobre si es un método más eficiente, ya que su aplicación dependen de las condiciones iniciales del problema. A continuación se define un procedimiento que permite saber cuando es mejor utilizar una u otra técnica basada en las condiciones en la que presente el problema.

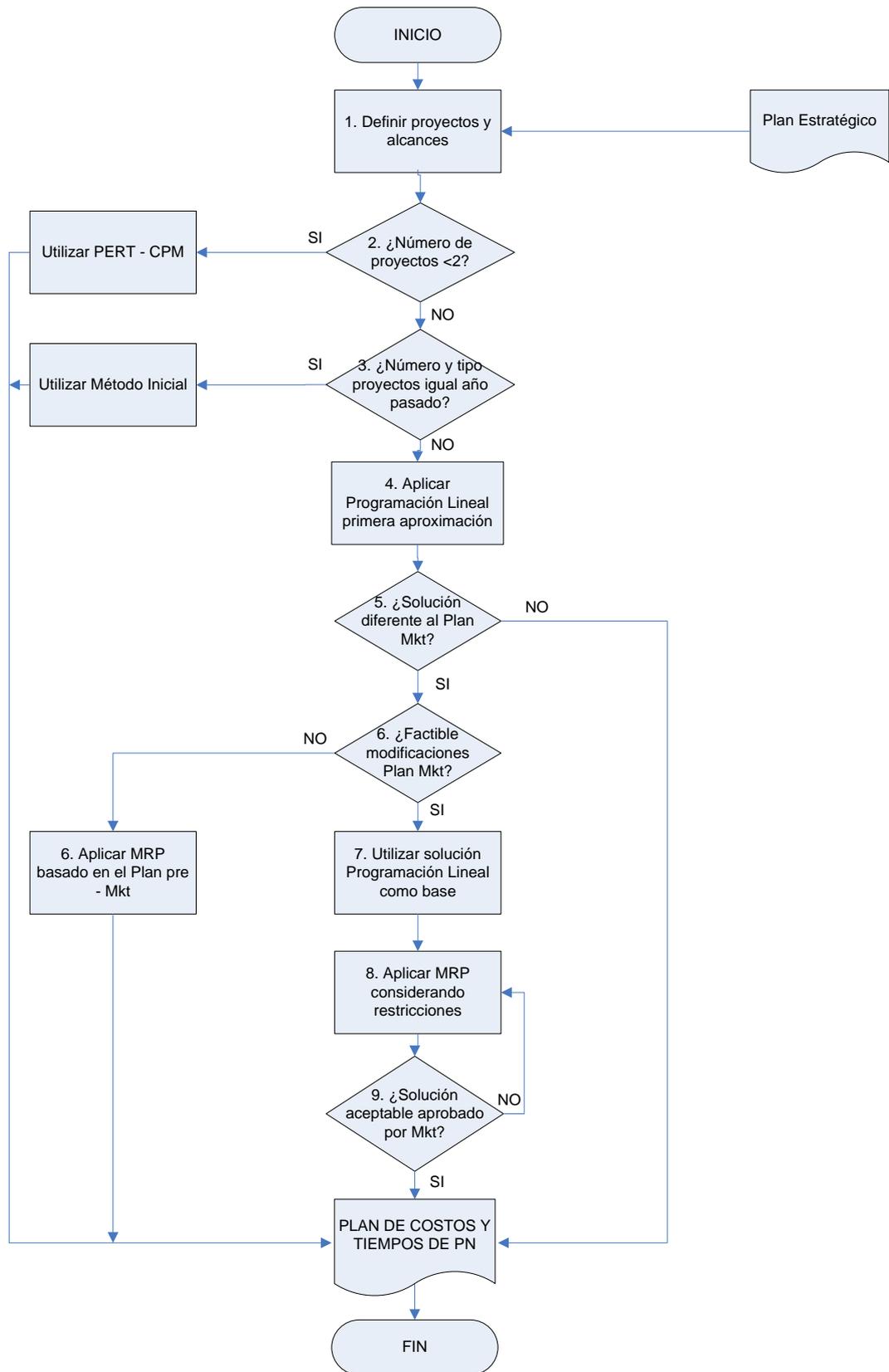
III.13 Procedimiento de planificación de costos de productos nuevos

A continuación se definirá el procedimiento sugerido utilizando las técnicas analizadas para un proceso de lanzamiento de productos nuevos eficiente.

- 1) Se definen los proyectos a realizar, así como sus posibles alcances esto basado en un Plan Estratégico.
- 2) Si el número de proyectos definidos es menor a 2 entonces utilizar las técnicas de planificación PERT – CPM para obtener el **Plan de lanzamiento de PN.**
- 3) Si el número de proyectos definidos es mayor o igual a 2 e igual número del año anterior y las restricciones de los costos no son relevantes, utilizar el Método inicial de asignación histórica para definir el **Plan de lanzamiento de PN.**
- 4). Si el número de proyectos definidos es mayor o igual a 2 y es diferente al año anterior o los costos son relevantes aplicar la programación lineal como primera aproximación a la solución.
- 5) Si la primera aproximación a la solución es igual al Plan preliminar de lanzamiento de PN de Marketing entonces se tiene el **Plan de Lanzamiento de PN.**

- 6) Si la primera aproximación no es igual al plan preliminar de Marketing y no es posible negociar para modificar los planes de Marketing, entonces aplicar MRP tomando como base el plan preliminar de Marketing la solución definirá el **Plan de lanzamiento de PN**, se necesitará modificar las restricciones de costos en algunos casos.
- 7) Si la primera aproximación no es igual al Plan preliminar de Marketing y es posible modificar los planes de Marketing, entonces utilizar la solución de programación lineal como solución base.
- 8) Aplicar MRP con la solución base teniendo en cuenta restricciones de costos y capacidad, si fuera el caso, de las áreas internas y externas.
- 9) Si la solución encontrada cumple con las restricciones y es aprobada por Marketing entonces se tiene el **Plan de Lanzamiento de PN**.
- 10) Si la solución encontrada cumple con las restricciones y no es aprobada por Marketing entonces regresar a 8) y volver a encontrar otro conjunto de solución negociando restricciones con Marketing.
- 11) Si la solución encontrada no cumple con todas las restricciones y no es aprobada por marketing, entonces negociar restricciones y volver a 8).

Figura III.12: Procedimiento de planificación de productos nuevos sugerido.



III.14 Cuadro comparativo de las técnicas analizadas

Técnica	Número de proyectos	Define Periodo de lanzamiento	Define tipo de proyecto	Cálculo de costos proyecto	Optimiza costos	Maneja restricciones de capacidad	Facilidad de Aplicación	Principal ventaja	Principal desventaja
Actual	20 – 40	No	No	Si	No	No	Demora demasiado	Es fácil de aplicar	Es un proceso que demora demasiado y es limitado en cuanto al número de proyectos a manejar
PERT – CPM	1	Si	Si	Si	Si	-	Si	Técnica conocida y fácil de aplicar	No puede manejar varios proyectos a la vez
Programación Lineal	+ 100	Si	Si	Si	Si	Si	No	Optimiza número de productos y costos	Es estático, requiere de capacidades de modelación y en entornos dinámicos puede ser impráctico.
MRP	+ 100	Si	Si	Si	No	Si	Si	Es flexible y dinámico	No optimiza por completo el número de productos y los costos, se tiene que trabajar iterando soluciones hasta cubrir las restricciones.
MRP - PL	+ 100	Si	Si	Si	Si con restricciones	Si	Regular	Mayor flexibilidad que un MRP o un PL solo	Considerar demasiados supuestos podría volver más complejo el problema.

Tabla III.18: Cuadro comparativo de las técnicas analizadas (fuente: elaboración propia).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 CONCLUSIONES

1. Es mejor método los basados en Programación Lineal y MRP que el método de asignación inicial (histórico).
2. No necesariamente es mejor el método de Programación Lineal con respecto al de Programación Lineal y MPR, esto dependerá de las políticas y consideraciones de la empresa.
3. Para definir el método de planeación de costos y tiempos del lanzamiento de productos nuevos es importante tomar en cuenta la cantidad de proyectos a manejar, las técnicas clásicas como el PERT – CPM solo manejan proyectos únicos y no una cartera de proyectos.
4. La Programación Lineal es una alternativa factible para hallar una solución óptima bajo las restricciones planteadas, sin embargo en el problema analizado se hace necesario varias iteraciones y ajustes de restricciones y es mejor no usarse como técnica única.
5. El posible calcular una solución óptima o cercana a ella aproximando la solución calculada mediante programación lineal, relajando la solución, en vez de usar la programación lineal entera. Para el caso de estudio se tomaron los enteros y se truncaron los decimales para no exceder las restricciones del Programación Lineal.
6. Aunque el MRP esta concebido para la solución de planificación de recursos de materiales y en su versión moderna a la planificación de recursos, este puede utilizarse eficientemente en la planificación de costos y tiempos en procesos de lanzamiento de productos nuevos. Para ello es necesario tener en cuenta los conceptos subyacentes y las restricciones de está técnica.
7. Las técnicas estudiadas nos dan una buena aproximación a soluciones que pueden aplicarse eficientemente en la realidad, sin embargo es importante tener en cuenta que la última decisión de establecimiento de los planes, la dictan los planes estratégicos de la compañía, que en nuestro caso de estudio es dado por el departamento de Marketing.
8. Es importante manejar software que faciliten el cálculo en la obtención de nuestros planes, en nuestro caso se manejaron, el *Management Scientist v.6.0* y el *Excel OM v 2.0*, que tienen capacidad de cálculo limitada pero para muchos entornos empresariales reales es suficiente,

sin embargo si se desea aumentar la capacidad de estas herramientas se debe analizar bien los beneficios a obtener, ya que contar con software mas potentes, generalmente es costoso.

9. Las conclusiones son validas para la empresa estudiada, y puede aproximarse como válida para la industria cosmética ya que las características de estas empresas no suelen variar demasiado, sin embargo puede utilizarse las conclusiones a esta u otras industrias, teniendo siempre en cuenta los supuestos con los que se ha trabajado.
10. Es posible combinar técnicas de ingeniería para hacerlas más eficientes y flexibles en su aplicación, en el problema estudiado se hace uso de la Programación Lineal y el MRP de manera conjunta para resolver el problema con una mayor amplitud de variables.
11. Las técnicas utilizadas están comprendidas en el campo de estudio de la ingeniería industrial tales como la administración de la producción, control de proyectos, métodos cuantitativos, etc. y mediante la aplicación al problema estudiado demuestran su validez a entornos como la industria cosmética.
12. Se puede utilizar el concepto de congelación del MRP para establecer políticas de modificación y congelación de los planes de lanzamiento de nuevos productos, evitando así modificaciones tardías que puedan afectar la capacidad de elaboración de las áreas de ingeniería.
13. Los costos de lanzamiento de productos nuevos son un factor importante a considerar durante el proceso de elaboración del producto nuevo, sin embargo este carece de importancia si no existe precisión en la asignación de la fecha correcta de lanzamiento.

IV.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de la Programación Lineal como solución primaria más no como la única para el problema planteado. La utilidad de los resultados se hace más contundente cuando se utiliza con otras técnicas como el MRP.
2. La estimación de costos de las tareas que conforman un proceso de lanzamiento de productos nuevos es una tarea difícil si se tiene en consideración que no existe muchos datos históricos ya que al tratarse de productos nuevos siempre existen variaciones con similares anteriores, por ello es mejor utilizar el juicio de los expertos para establecer estos valores. El utilizar técnicas analíticas podrían generar un mayor consumo de tiempo y costo y cuando se obtengan los valores exactos puede que ya no sea útil.
3. Si la potencia del software lo permite, Se sugiere trabajar el MRP con horizontes de planeación iguales o mayores al tiempo máximo del proyecto (ruta crítica), esto con la finalidad de no perder estimación de costos por actividades que caigan fuera del rango del periodo de planeación, para nuestro caso de estudio 16 meses.
4. Tener en cuenta los conceptos de demanda dependiente e independiente antes de aplicar el MRP para planificar Productos Nuevos.
5. Es posible ampliar las restricciones del problema a aquellas que el MRP como técnica de Administración de la producción permita, por ejemplo, el manejo de la capacidad de las áreas internas o externas. Esto permitirá tener una solución mucho más ajustada a la realidad.
6. Las técnicas utilizadas son herramientas que permiten encontrar soluciones factibles optimizando las variables de decisión en la toma de decisiones de un sistema de productos nuevos, sin embargo es importante recordar que no sustituye el juicio del profesional que toma las decisiones éste deberá tomar la decisión basada en el criterio que a su juicio considere más conveniente.
7. Se sugiere profundizar en la aplicación del problema planteado a otras industrias tomando en cuenta las restricciones y particularidades de está para generalizar y validar el procedimiento establecido.

ANEXO 1: Tabla comparativa de software PLM Medianas empresas

SOFTWARE	EMPRESA - PAIS	MÓDULOS DEL SOFTWARE	BASE DE DATOS	TECNOLOGÍA (Entornos de trabajo)	INDUSTRIA
AGILE 9.0	AGILE – USA California	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de portafolio de producto - Colaboración de producto - Colaboración de ingeniería - Administración del costo de producto - Mejora y servicio al producto 	<ul style="list-style-type: none"> - Integración con cualquier BD - Incluye solución Middleware 	<ul style="list-style-type: none"> - Web services, J2EE, XML - Operatividad e Integración con amplio rango de software incluido Microsoft y SAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Aeroespacio y defensa - Automotriz - Consumo Masivo - Electrónica y alta tecnología - Productos Industriales - Equipos médicos - Farmacéutico
V5 PLM (CATIA, ENOVIA SMART TEAM, DELMIA)	DASSAULT - Francia	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de producto colaborativo - Colaboración Global - Innovación Global - Procesos de Manufactura e Ingeniería - Colaboración en el ciclo de vida del producto 	<ul style="list-style-type: none"> - BDs Microsoft. - BD Unix 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología IBM – 3D XML - Integración con fabrica PLC 	<ul style="list-style-type: none"> - Aeroespacial -Automotriz - Ingeniería Mecánica - Electrónica y Alta tecnología. - Procesos industriales - Productos Industriales
MATRIX 10	MatrixOne Inc. - USA Massachusetts	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de programas - Administración de las especificaciones - Administración del cambio de ingeniería - Administración de Proveedores - Colaboración Global -Administración de documentos - Administración de producto - Administración de lista de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Oracle - DB2 	<ul style="list-style-type: none"> - Linux, IBM, HP, Microsoft y Sun. - Java, XML, C++ - Interface .NET - J2EE 	<ul style="list-style-type: none"> - Aeroespacial y defensa - Automotriz -Productos de consumo - Alta tecnología - Ciencias de la vida - Maquinarias - Procesos industriales

mySAP PLM	SAP AG - Alemania	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de la data del ciclo de vida del producto - Colaboración ciclo de vida de producto. - Administración de proyectos y programas - Administración de la Calidad - Administración del ciclo de vida activos - Ambiente, salud y seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> - Integración con cualquier BD 	<ul style="list-style-type: none"> - Middleware - Basado en tecnología Web 	<ul style="list-style-type: none"> - Casi todas las industrias en la que SAP presenta soluciones
ORACLE PLM	ORACLE – USA California	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de lista de materiales - Administración de Especificaciones e Ingeniería. - Administración de proyectos - Colaboración de proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> - BDs Oracle - Integración manejadores de proyecto MS Project, Primavera y Artemis 	<ul style="list-style-type: none"> - Oracle workflow technology - 2D y 3D CAD collaboration - Consolida formatos de documentos, mail, fax, voz 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta tecnología. - Automotriz - Ingeniería y construcción - Telecomunicaciones - Productos de consumo - Farmacéutica - Manufactura Industrial - Servicios financieros
Formation Systems –Optiva 4.0*	Infor – USA Massachusetts	<ul style="list-style-type: none"> - Administración del proceso de desarrollo del producto - Introducción y desarrollo de productos nuevos - Análisis y validación de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Archivos con extensión .xls y BDs de Microsoft - BDs Oracle 	<ul style="list-style-type: none"> - XML - Tecnología .NET. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentos y Bebidas - Cosméticos y Cuidado Personal - Productos de consumo y hogar - Industria Química - Industria Plástica - Especializado en procesos continuos

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Planeamiento para el desarrollo de productos en BELCORP

El Diseño y Desarrollo de Productos Nuevos es trabajado en el departamento de Investigación y Desarrollo (Ebel Technological Institute) de Perú para los países que actualmente maneja la corporación.

La Metodología utilizada es la del Stage Gate, lo cual permite avances por etapas y validaciones en hitos claves, detectando riesgos del proyecto en etapas tempranas, lo que facilita la toma de decisiones para seguir adelante, re trabajar o paralizar el proyecto.

ANEXO 3: Determinación de porcentajes de inversión en Investigación y Desarrollo

Un proceso de innovador es simplemente un nuevo método para producir un producto dado, mientras que un producto innovador es la creación de un nuevo producto. El método de obtención más frecuente de productos nuevos es a través de los departamentos de Investigación y Desarrollo de las compañías, seguido del licenciamiento de tecnología. Para nuestro caso en estudio la compañía realiza un benchmarks de los niveles de inversión en R&D de diversas compañías ver tabla la siguiente tabla:

Compañía	Industria	R&D como porcentaje de las ventas	Publicidad como porcentaje de las ventas	Ganancias como porcentaje de la ventas
AT &T	Telecomunicaciones	0.6	3.0	7.1
Bristol-Myers Squibb	Farmacéutica	10.6	9.2	25.9
Ford	Vehículos de motor y partes	2.1	4.8	2.5
Gillette	Productos de metal	1.9	6.5	4.2
Good Year Tire & Rubber	Caucho y productos plásticos	2.9	1.7	0.3
Kellog	Alimentos	1.7	8.7	8.5
Procter & Gamble	Jabones y cosméticos	4.8	9.2	8.6

Fuente: 2000 Annual Reports of the companies.

Se puede ver que las compañías difieren con respecto a la tecnología que utilizan para producir sus productos y servicios. Una mayor inversión en los departamentos de Investigación y Desarrollo implica mayor generación de tecnología y por consiguiente un mayor número de desarrollo de productos, los que generarán ganancias futuras para la compañía. En el cuadro mostrado por ejemplo la industria farmacéutica (con productos cercanos a los productos de la compañía en estudio) 10.6 % de los ingresos por ventas son reinvertidos en Investigación y Desarrollo por Bristol-Myers Squibb, en el rubro de jabones y cosméticos, Procter & Gamble reinvierte el 4.8. Los valores tomados por Belcorp para el año 2005 se encuentran en ese rango (6.5%).

ANEXO 4: consideraciones en la estimación de costos para productos nuevos

La responsabilidad por el diseño y desarrollo de los productos nuevos recae sobre los ingenieros de envases (envases del producto) y los formuladores (contenido o bulk), estos profesionales para cubrir los puestos descritos tienen que reunir un mínimo de capacidades en las que se incluye los estudios y experiencia en los procesos de diseño y desarrollo descritos. Dentro de las responsabilidades de su función se encuentra la estimación de los costos de los productos nuevos y sus componentes. Y el método utilizado es el de juicio experimentado basado en datos históricos de costos de productos similares con la respectiva valoración hacia el producto nuevo en desarrollo.

El método utilizado está sustentado académicamente en el Manual de Ingeniería y Organización Industrial (ver referencia) que describe:

“No hay sustituto para la experiencia o la habilidad en la estimación de costos. Este trabajo requiere tanto el análisis sistemático y el estudio de especificaciones del puesto de trabajo como una atención estrecha a los términos y condiciones de venta. También requiere una actitud y punto de vista empresariales. Una gran inteligencia y buenos conocimientos básicos de ingeniería, fabricación y contabilidad pueden equiparar a un hombre para el trabajo analítico, pero la experiencia es el único maestro cuando llega el momento de aplicar los elementos básicos del coste a una situación específica...”

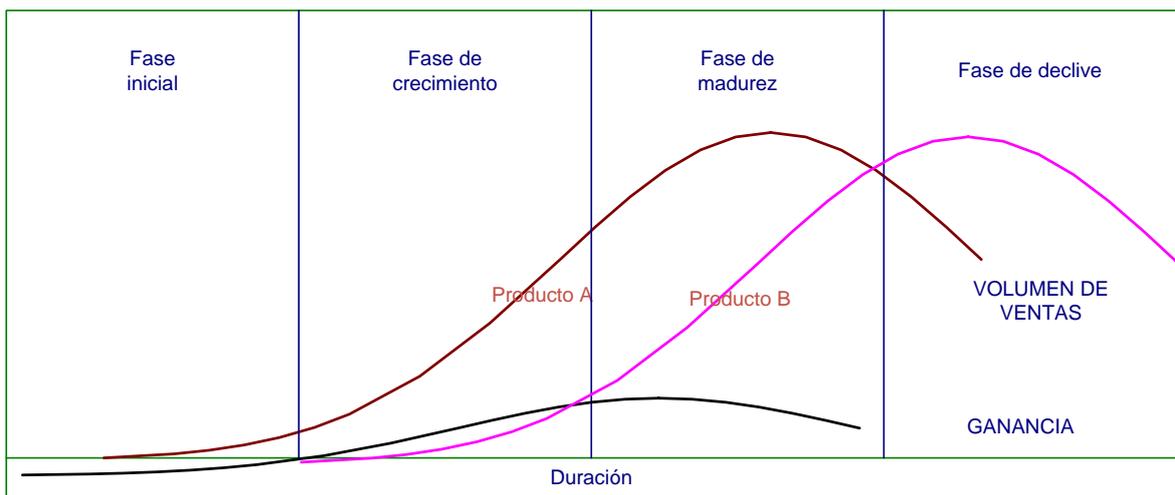
Además hay que tener en cuenta que estimaciones detalladas tienen poca aplicación en el mundo empresarial ya que el costo y tiempo por ganar mayor precisión puede exceder el beneficio a obtener y en muchos casos puede ser innecesario ya que cuando se tenga el valor exacto del costo es probable que ya no se necesite. El Manual de Ingeniería y Organización industrial lo explica claramente:

“En la práctica, debido a los factores de tiempo y coste, la estimación detallada se usará solamente cuando no hay alternativa o cuando se utilice con un objetivo especial, por ejemplo como ejercicio de formación para estimadores noveles.”

ANEXO 5: Determinación de los valores mínimos de productos

Las cifras que determinan cual debe ser el número mínimo a lanzar de un tipo de producto esta basado en el ciclo de vida de estos. El ciclo de vida consiste en la demanda agregada por un tiempo prolongado de todas las marcas que comprenden una categoría de producto genérico. Un ciclo de vida se puede representar graficando el volumen agregado de ventas de una categoría de producto en el tiempo. Se suele graficar también acompañar también la curva de volumen de ventas con la correspondiente curva de ganancias de la categoría del producto como se muestra:

CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO



Las formas de estas dos curvas varían de una categoría del producto a otra. No obstante, en la mayoría de las categorías, las formas básicas y la relación entre las curvas de ventas y de ganancias son como se ilustra. En este ciclo de vida característico la curva de ganancias de la mayoría de productos nuevos es negativa (pérdida) a través de gran parte de la etapa introductoria. En la etapa de madurez la curva de ganancia comienza a decrecer a pesar del aumento del volumen de ventas. Las ganancias declinan por que las empresas tienen que invertir más en publicidad y ventas o reducir sus precios para sostener sus ventas ante la intensificación de la competencia en la etapa de madurez. Es en este momento que se lanza los siguientes productos nuevos que reemplazarán a los anteriores (producto B) para mantener o incrementar los niveles de ganancia. Por ello para determinar los porcentajes de los productos de cada categoría del caso en estudio se realiza un análisis de que productos que ya se encuentran en la etapa de madurez para programar sus reemplazos con otros

nuevos, por otro lado existen limitantes en los recursos para estos productos, recordemos que un producto nuevo requiere una inversión de capital y muchas veces este no puede estar disponible. Por ello es que construir una cartera de productos y cantidades mínimas para productos cosméticos se basan en un análisis de las ventas / ganancia de los productos, los ciclos de vida, la inversión disponible, tendencias de la moda y consideraciones estratégicas. El número mínimo de productos (36) se basa en estos análisis así como en consideraciones de crecimiento y capacidad.

ANEXO 6: Cálculo del TREMA para los proyectos de productos nuevos

Para el cálculo del TREMA (Tasa de rendimiento mínima atractiva) se utilizará el método CAPM (Capital Asset Pricing Model) de los economistas William Sharpe, John Lintner y Jack Treynor¹⁴ según la fórmula:

$$r = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

donde:

r : Tasa de rentabilidad esperada

r_f : Tasa del tesoro a largo plazo

β : Beta de la compañía

r_m : rendimiento esperado del mercado

Según la Tasa de referencia del BCR¹⁵ La tasa de los bonos del tesoro del gobierno Peruano a Abril del 2008 se encuentra en 5.50 %,

Para el cálculo del Beta de la compañía se tomará el Beta sectorial asignado a proyectos internacionales a países como Perú según el índice de mercado del país índice Standar and Poor 's¹⁶ es $\beta = 0.77$

El rendimiento esperado del mercado es aproximada por la Tasa Activa Promedio del Mercado en 23.5%.¹⁷

Reemplazando estos datos en la formula obtenemos:

$$r = 5.50 + 0.77(23.5 - 5.50) = 19.36\%$$

¹⁴ En el libro de Brealey – Myers, Principios de finanzas corporativas 7 edición Mc Graw Hill, pag 13 establece la forma de calcular la tasa de descuento utilizando el CAPM

¹⁵ Fuente: Bloomberg

¹⁶ Ver Tabla 9.2 pag 157 del Libro: Principio de finanzas corporativas – Brealey y Meyers.

¹⁷ Fuente SBS – BCRP correspondiente al 18.04.08

ANEXO 7: Resultados del Management Scientist v6.0 para el problema PL

OPTIMAL SOLUTION

Objective Function Value = **49,616**

Variable	Value	Reduced Costs
-----	-----	-----
XA1	23,803	0,000
XA2	0,000	0,000
XA3	0,000	0,000
XA4	0,000	0,000
XA5	0,000	0,000
XA6	0,000	0,000
XA7	0,000	0,000
XA8	0,000	0,000
XA9	1,005	0,000
XA10	0,000	0,000
XA11	0,000	0,000
XA12	0,000	0,000
XB1	0,560	0,000
XB2	3,297	0,000
XB3	0,049	0,000
XB4	2,449	0,000
XB5	2,640	0,000
XB6	0,000	0,000
XB7	3,295	0,000
XB8	3,374	0,000
XB9	0,000	0,000
XB10	3,211	0,000
XB11	0,972	0,000
XB12	0,000	0,000
XC1	0,198	0,000
XC2	2,296	0,000
XC3	0,000	0,000
XC4	0,000	0,000
XC5	0,000	0,000
XC6	0,000	0,000
XC7	0,000	0,000
XC8	2,467	0,000
XC9	0,000	0,000
XC10	0,000	0,000
XC11	0,000	0,000
XC12	0,000	0,000
Constraint	Slack/Surplus	Dual Prices
-----	-----	-----
1	0,000	0,000
2	0,000	0,000
3	0,000	0,000
4	0,000	0,000
5	0,000	0,000
6	0,000	0,000
7	0,000	0,000
8	0,000	0,000
9	0,000	0,000
10	0,000	0,000
11	0,000	0,000
12	0,000	0,000
13	13,616	0,000
14	0,000	0,903
15	4,962	0,000
16	0,000	-0,269

OBJECTIVE COEFFICIENT RANGES

Variable	Lower Limit	Current Value	Upper Limit
XA1	1,000	1,000	1,000
XA2	No Lower Limit	1,000	1,000
XA3	No Lower Limit	1,000	1,000
XA4	No Lower Limit	1,000	1,000
XA5	No Lower Limit	1,000	1,000
XA6	No Lower Limit	1,000	1,000
XA7	No Lower Limit	1,000	1,000
XA8	No Lower Limit	1,000	1,000
XA9	1,000	1,000	1,000
XA10	No Lower Limit	1,000	1,000
XA11	No Lower Limit	1,000	1,000
XA12	No Lower Limit	1,000	1,000
XB1	1,000	1,000	1,000
XB2	1,000	1,000	1,000
XB3	1,000	1,000	1,000
XB4	1,000	1,000	1,000
XB5	1,000	1,000	1,000
XB6	No Lower Limit	1,000	1,000
XB7	1,000	1,000	1,000
XB8	1,000	1,000	1,000
XB9	No Lower Limit	1,000	1,000
XB10	1,000	1,000	1,000
XB11	1,000	1,000	1,000
XB12	No Lower Limit	1,000	1,000
XC1	1,000	1,000	1,000
XC2	1,000	1,000	1,000
XC3	No Lower Limit	1,000	1,000
XC4	No Lower Limit	1,000	1,000
XC5	No Lower Limit	1,000	1,000
XC6	No Lower Limit	1,000	1,000
XC7	No Lower Limit	1,000	1,000
XC8	1,000	1,000	1,000
XC9	No Lower Limit	1,000	1,000
XC10	No Lower Limit	1,000	1,000
XC11	No Lower Limit	1,000	1,000
XC12	No Lower Limit	1,000	1,000

RIGHT HAND SIDE RANGES

Constraint	Lower Limit	Current Value	Upper Limit
1	2171,958	60656,000	63336,984
2	-84619,387	62673,000	70430,665
3	41086,516	41242,000	44143,738
4	No Lower Limit	71044,000	No Upper Limit
5	-36322,969	55494,000	59918,262
6	-108256,409	68951,000	78777,197
7	-37822,202	57595,000	62218,280
8	No Lower Limit	70550,000	No Upper Limit
9	No Lower Limit	63004,000	No Upper Limit
10	No Lower Limit	75511,000	No Upper Limit
11	-43805,453	76617,000	82685,994
12	-53534,061	71668,000	78026,644
13	No Lower Limit	36,000	49,616
14	-3,726	0,000	0,083
15	No Lower Limit	0,000	4,962
16	-0,201	0,000	0,679

Prueba Piloto Fr

Gross requirements
Scheduled receipts
On Hand Inventory
NET POQ Req
Planned receipts
Planned orders

Period 0	Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity																					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	0	0	0	0	0	5000	15000	0	0	0	0	5000	5000	5000	0	10000	0	25000	0	0	0	0	0	0	0
						5000	15000	0	0	0	0	5000	5000	5000	0	10000	0	25000	0	0	0	0	0	0	0
			5000	5000	5000	5000	15000	0	0	0	0	5000	5000	5000	0	10000	0	25000	0	0	0	0	0	0	0
								10000	25000																

Formulación Perú

Gross requirements
Scheduled receipts
On Hand Inventory
NET POQ Req
Planned receipts
Planned orders

Period 0	Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity																					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	0	0	0	0	0	10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
						10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
			10500	10500	10500	10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
								21000	52500																

Formulación Col

Gross requirements
Scheduled receipts
On Hand Inventory
NET POQ Req
Planned receipts
Planned orders

Period 0	Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity																					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	0	0	0	0	0	10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
						10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
			52500			10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
								21000	52500																

Formulación Fr

Gross requirements
Scheduled receipts
On Hand Inventory
NET POQ Req
Planned receipts
Planned orders

Period 0	Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity																					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	0	0	0	0	0	10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
						10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
			52500			10500	31500	0	0	0	0	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0
								21000	52500																

Prueba de Seguridad

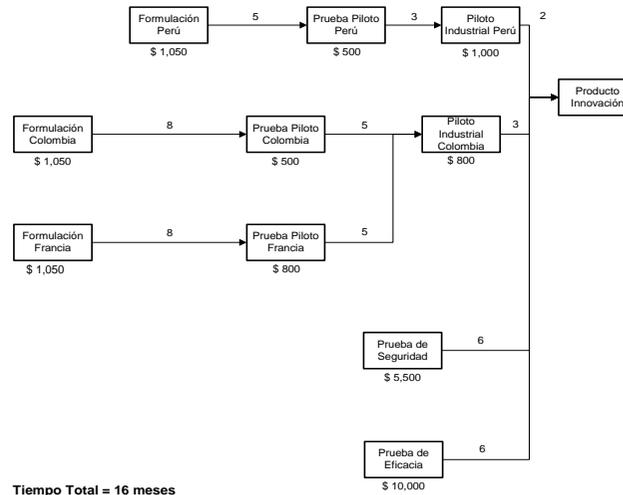
Gross requirements
Scheduled receipts
On Hand Inventory
NET POQ Req
Planned receipts
Planned orders

Period 0	Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity																					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	0	0	0	0	0	17000	51000	0	0	0	0	17000	17000	17000	0	34000	0	85000	0	0	0	0	0	0	0
						17000	51000	0	0	0	0	17000	17000	17000	0	34000	0	85000	0	0	0	0	0	0	0
						17000	51000	0	0	0	0	17000	17000	17000	0	34000	0	85000	0	0	0	0	0	0	0
								17000	51000																

Costos Totales

MES 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL	
P Industrial Per	0	0	10000	30000	0	0	0	0	10000	10000	10000	0	20000	0	50000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140000
P Industrial Col	0	8000	24000	0	0	0	0	8000	8000	8000	0	16000	0	40000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112000
P Piloto Peru	15000	0	0	0	0	5000	5000	5000	0	10000	0	25000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85000
P Piloto Col	0	0	5000	5000	5000	0	10000	0	25000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50000
P Piloto Francia	0	0	5000	5000	5000	0	10000	0	25000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50000
Formulación Peru	10500	10500	10500	0	21000	0	52500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105000
Formulación Col	52500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52500
Formulación Fr	52500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52500
Prueba de Seguridad	0	0	0	0	17000	17000	17000	0	34000	0	85000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170000
TOTAL	0	130500	185000	545000	400000	480000	220000	945000	130000	1020000	280000	950000	410000	200000	400000	500000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7970000

Productos nuevos - Tratamiento Innovación



MRP

Indented Bill of Materials

Item name	Level	Number per parent	Indented BOM
TT-Innovación	0	1	TT-Innovación
Piloto Industrial Perú	1	1000	Piloto Industrial Perú
Piloto Industrial Col	1	800	Piloto Industrial Col
Prueba Piloto Perú	1	500	Prueba Piloto Perú
Prueba Piloto Col	1	500	Prueba Piloto Col
Prueba Piloto Fr	1	800	Prueba Piloto Fr
Formulación Perú	1	1050	Formulación Perú
Formulación Col	1	1050	Formulación Col
Formulación Fr	1	1050	Formulación Fr
Prueba de Seguridad	1	5500	Prueba de Seguridad
Prueba de eficacia	1	10000	Prueba de eficacia

Tiempo Total = 16 meses

Costo Total = \$ 22,250

Distinct items 11

TT-Innovación

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0	10	0	0
Scheduled receipts																								
On Hand Inventory																								
NET POQ Req																	10			10		10		
Planned receipts																	10			10		10		
Planned orders																	10			10		10		

Piloto Industrial Perú

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	0	10000	0	10000	0	0
Scheduled receipts																								
On Hand Inventory																								
NET POQ Req																	10000			10000		10000		
Planned receipts																	10000			10000		10000		
Planned orders																	10000			10000		10000		

Piloto Industrial Col

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8000	0	0	8000	0	8000	0	0
Scheduled receipts																								
On Hand Inventory																								
NET POQ Req																	8000			8000		8000		
Planned receipts																	8000			8000		8000		
Planned orders																	8000			8000		8000		

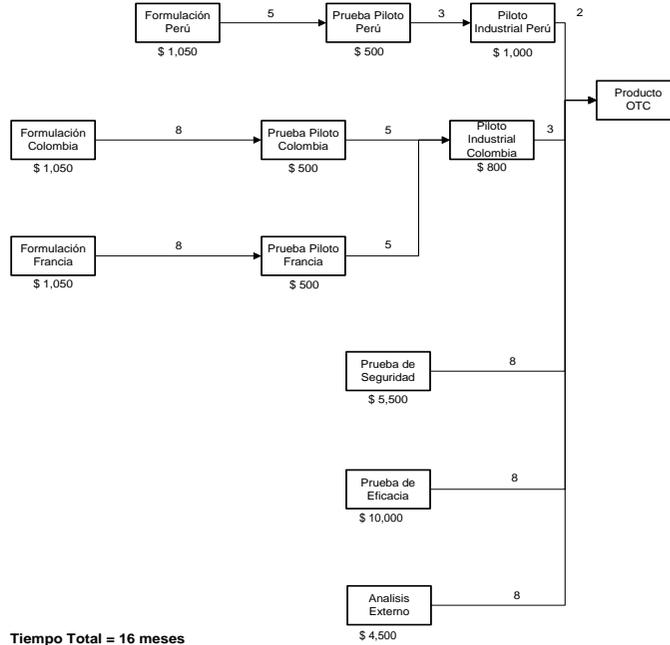
Prueba Piloto Perú

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	0	0	5000	0	5000	0	0
Scheduled receipts																								
On Hand Inventory																								
NET POQ Req																	5000			5000		5000		
Planned receipts																	5000			5000		5000		
Planned orders																	5000			5000		5000		

Prueba Piloto Col

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	0	0	5000	0	5000	0	0
Scheduled receipts																								
On Hand Inventory																								
NET POQ Req																	5000			5000		5000		
Planned receipts																	5000			5000		5000		
Planned orders																	5000			5000		5000		

Producto Nuevo - Tratamiento OTC



MRP

Indented Bill of Materials

Item name	Level	Number per parent	Indented BOM
TT-OTC	0	1	TT-OTC
Piloto Industrial Perú	1	1000	Piloto Industrial Perú
Piloto Industrial Col	1	800	Piloto Industrial Col
Prueba Piloto Perú	1	500	Prueba Piloto Perú
Prueba Piloto Col	1	500	Prueba Piloto Col
Prueba Piloto Fr	1	500	Prueba Piloto Fr
Formulación Perú	1	1050	Formulación Perú
Formulación Col	1	1050	Formulación Col
Formulación Fr	1	1050	Formulación Fr
Prueba de Seguridad	1	5500	Prueba de Seguridad
Prueba de Eficacia	1	10000	Prueba de Eficacia
Análisis Externo	1	4500	Análisis Externo

Tiempo Total = 16 meses
Costo Total = \$ 26,450

Distinct items

12

TT-OTC

Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity
0	0	0	1

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
On Hand Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET POQ Req	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned orders	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Piloto Industrial Perú

Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity
2	0	0	1

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
On Hand Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET POQ Req	0	0	0	0	0	0	0	0	20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned orders	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Piloto Industrial Col

Lead time	Safety Stock	Lot size	Minimum quantity
3	0	0	1

Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
On Hand Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET POQ Req	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned orders	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Lead time		Safety Stock		Lot size		Minimum quantity																	
Period 0		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements		0	0	0	0	0	0	0	10000	0	0	0	0	0	0	0	5000	0	5000	0	0	0	0	0	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req									10000								5000		5000						
Planned receipts									10000								5000		5000						
Planned orders					10000							5000	5000												
Gross requirements		0	0	0	0	0	0	0	10000	0	0	0	0	0	0	0	5000	0	5000	0	0	0	0	0	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req									10000								5000		5000						
Planned receipts									10000								5000		5000						
Planned orders						5000						5000													
Gross requirements		0	0	0	0	0	0	0	10000	0	0	0	0	0	0	0	5000	0	5000	0	0	0	0	0	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req									10000								5000		5000						
Planned receipts									10000								5000		5000						
Planned orders						5000						5000													
Gross requirements		0	0	0	0	0	0	0	21000	0	0	0	0	0	0	0	10500	0	10500	0	0	0	0	0	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req									21000								10500		10500						
Planned receipts									21000								10500		10500						
Planned orders						10500						10500													
Gross requirements		0	0	0	0	0	0	0	21000	0	0	0	0	0	0	0	10500	0	10500	0	0	0	0	0	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req									21000								10500		10500						
Planned receipts									21000								10500		10500						
Planned orders						10500						10500													
Gross requirements		0	0	0	0	0	0	0	21000	0	0	0	0	0	0	0	10500	0	10500	0	0	0	0	0	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req									21000								10500		10500						
Planned receipts									21000								10500		10500						
Planned orders						10500						10500													

Prueba de Seguridad

Lead time	8	Safety Stock	0	Lot size	1	Minimum quantity	0																	
Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	110000	0	0	0	0	0	0	55000	0	55000	0	0	0	0	0	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req	0	0	0	0	0	0	0	0	110000	0	0	0	0	0	0	55000	0	55000	0	0	0	0	0	
Planned receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	55000	0	0	0	0	0	0	55000	0	55000	0	0	0	0	0	
Planned orders	0	0	0	0	0	0	0	0	110000	0	0	0	0	0	0	55000	0	55000	0	0	0	0	0	

Prueba de Eficacia

Lead time	8	Safety Stock	0	Lot size	1	Minimum quantity	0																	
Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	200000	0	0	0	0	0	0	100000	0	100000	0	0	0	0	0	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req	0	0	0	0	0	0	0	0	200000	0	0	0	0	0	0	100000	0	100000	0	0	0	0	0	
Planned receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	100000	0	0	0	0	0	0	100000	0	100000	0	0	0	0	0	
Planned orders	0	0	0	0	0	0	0	0	200000	0	0	0	0	0	0	100000	0	100000	0	0	0	0	0	

Analisis Externo

Lead time	8	Safety Stock	0	Lot size	1	Minimum quantity	0																	
Period 0	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gross requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	90000	0	0	0	0	0	0	45000	0	45000	0	0	0	0	0	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
On Hand Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NET POQ Req	0	0	0	0	0	0	0	0	90000	0	0	0	0	0	0	45000	0	45000	0	0	0	0	0	
Planned receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	45000	0	0	0	0	0	0	45000	0	45000	0	0	0	0	0	
Planned orders	0	0	0	0	0	0	0	0	90000	0	0	0	0	0	0	45000	0	45000	0	0	0	0	0	

Summary

	MES 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
P Industrial Per		0	0	0	0	0	20000	0	0	0	0	0	0	10000	0	10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40000
P Industrial Col		0	0	0	0	16000	0	0	0	0	0	0	8000	0	8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32000
P Piloto Peru		0	0	10000	0	0	0	0	0	0	5000	0	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20000
P Piloto Col		0	0	0	0	0	0	5000	0	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000
P Piloto Francia		0	0	0	0	0	0	5000	0	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000
Formulacion Peru		0	0	0	0	10500	0	10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21000
Formulacion Col		10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10500
Fomulacion Fr		10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10500
Prueba de Seguridad		0	0	0	0	0	0	55000	0	55000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110000
Prueba de Eficacia		0	0	0	0	0	0	100000	0	100000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200000
Analisis Externo		0	0	0	0	0	0	45000	0	45000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90000
TOTAL		0	21000	0	10000	0	26500	20000	220500	0	210000	5000	0	13000	10000	8000	10000	0	0	0	0	0	0	0	0	554000

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson, David; Sweeney, Dennis; Williams, Thomas. **Métodos Cuantitativos para los Negocios**. Ed. Thomson, 9na edición, 2004
2. Boyett & Boyett, **Hablan los Gurús**, las mejores ideas de los máximos pensadores de la administración, ed. Norma.
3. Campbell, Tawadey, **La Misión de los Negocios** ; Díaz de Santos, 1990.
4. Chase, Aquilano, Jacobs. **Administración de Producción y Operaciones** Ed.Mc Graw Hill , 8va edición, 2000
5. Companys Ramón, Fonollosa Joan, **Nuevas Técnicas de Gestión de Stocks MRP y JIT**; Barcelona – España, Marcombo Boixareu editores, 1989
6. ESAN, III Programa de Especialización para Ejecutivos P.E.E. MRP I, MRP II, MRP III, Perú 1997.
7. Gray Christopher, **MRP II Making It happen**, The Implementers´Guide to Success with Manufacturing Resource Planning. Essex Junction, VT; Oliver Whight Ltd., 1985.
8. Orlicky Joe ; **Material Requierement Planning**; New Cork, ed. McGraw Hill Inc. 1975
9. P. Llendó, G. Rivarola, R.Mercau, D.H. Cucchi, J.F.Esquembre . **Administración Lean de Proyectos, Eficiencia en la gestión de múltiple proyectos** ; Ed. Pearson Education 1ra Edición 2006.
- 10.Render, Harry; tair, Ralph; Hanna, Michael. **Quantitive Analysis for Management**. Ed. Prentice Hall, 8va edición, 2003
11. Taha, Hamdy. **Investigación de Operaciones** ; Ed. Alfaomega 5ta Edición 1995.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

www.gcimagazine.com

www.pmi.org

www.apics.org

www.iso.org

www.asq.org

www.6-sigma.com

www.sni.gob.pe

www.aenor.es

www.erpfans.com

www.mrpII.com

www.sap.com