

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS
CRÍTICOS DEL DECAB, MEDIANTE LA TECNOLOGÍA SEIS
SIGMA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MÁSTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

JORGE ROBERTO DÁVILA TORRES
jorge.davilat@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. FERNANDO GONZÁLEZ B.
fgonzalez@andinanet.net

Quito, Junio 2009

DERECHOS DE AUTOR

© Escuela Politécnica Nacional (2009)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Roberto Dávila Torres, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Jorge Roberto Dávila Torres

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Roberto Dávila Torres, bajo nuestra supervisión

Ingeniero Fernando González. MBA.

DIRECTOR DE TESIS

Ingeniero Jaime Cadena. MSc.

CO – DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

Mi más sinceros agradecimientos al Ingeniero Fernando González por su apoyo permanente y sabios consejos en la realización de este trabajo, al Ingeniero Jaime Cadena por su tiempo y guía en el desarrollo de la investigación y a la Doctora Jenny Ruales por su colaboración y empeño.

También a los colegas del DECAB, en especial a los Ingenieros Pablo Pólit, Bolívar Izurieta y Oswaldo Acuña, que apoyaron en todo momento la elaboración documentada de su experiencia.

DEDICATORIA

A mi familia por ser el núcleo de paz y felicidad que me inspira.

A mis nietos por acrecentar mis deseos diarios de vivir y de conocer el mundo y la naturaleza.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	xii
1. PARTE TEÓRICA	1
1.1. Planes estratégicos	1
1.1.1. Definiciones	1
1.1.2. Planeación para planear	4
1.1.3. Monitoreo del entorno	4
1.1.4. Búsqueda de valores	5
1.1.5. Formulación de la Misión	7
1.1.6. Diseño de la estrategia del negocio	8
1.1.7. Auditoría del desempeño	9
1.1.8. Análisis de brechas	10
1.1.9. Integración de los planes de acción	11
1.1.10. Planeación de contingencias	12
1.1.11. Implementación	13
1.2. Calidad total	14
1.2.1. Nociones básicas	14
1.2.2. Evolución histórica del concepto de calidad	16
1.2.3. Competitividad y mejora de la calidad	18
1.2.4. Calidad y productividad	19
1.2.5. Costos de calidad	19
1.2.6. Conceptos de calidad	19
1.3. Gestión de la calidad	21
1.3.1. Antecedentes	21
1.3.2. Sistemas de calidad	22
1.3.3. Las normas iso 9000	22
1.4. Norma ISO 9001 y Norma ISO 9004	27
1.4.1. Generalidades ISO 9001:2000	27
1.4.2. Enfoque basado en procesos	27
1.4.3. Relación con la Norma ISO 9004	28
1.4.4. Compatibilidad con otros sistemas de gestión	28
1.4.5. Norma ISO 9004	29
1.5. Norma ISO 17025:2005	30
1.5.1. Introducción	30
1.5.2. Requisitos generales	30
1.6. Mejoramiento de procesos	34

1.6.1. Definición de proceso	34
1.6.2. Procesos vs. organizaciones verticales	34
1.6.3. Manejo de los procesos	36
1.6.4. Mejoramiento de los procesos de la empresa	37
1.7. Sistema Seis Sigma	42
1.7.1. Definición	42
1.7.2. Principios y fases del sistema	43
1.7.3. Aplicación de Seis Sigma a servicios	45
1.7.4. Seis Sigma frente a la calidad total	48
1.7.5. Puesta en marcha y adaptación de Seis Sigma	51
1.7.6. Preparación del personal	52
1.7.7. Identificación de los procesos clave	54
1.7.8. Definición de las necesidades de los clientes	56
1.7.9. Medida del rendimiento actual	58
1.7.10. Mejora de procesos mediante Seis Sigma	59
1.7.11. Diseño de procesos mediante Seis Sigma	62
1.7.12. Extensión e integración del Sistema Seis Sigma	62
1.8. Estadística y Seis Sigma	66
1.8.1. Definir el problema/Seleccionar el proyecto	66
1.8.2. Definir y describir el proceso	68
1.8.3. Determinación de las variables significativas	69
1.8.4. Evaluar la capacidad del proceso	71
1.8.5. Optimizar y robustecer el proceso	73
1.8.6. Controlar el proceso	75
1.8.7. Resumen de un proyecto Seis Sigma	77
2. METODOLOGÍA	80
2.1. Definición de Misión y Visión del DECAB. Conformación del equipo	80
2.2. Capacitación del equipo	85
2.3. Identificación de los procesos clave y de los clientes principales	92
2.3.1. Mapa de procesos	92
2.3.2. Organigrama funcional del DECAB	93
2.3.3. Entorno del DECAB	93
2.3.4. Definición del proyecto	94
2.3.5. Identificación de los requisitos de cliente	95
2.3.6. Mapas de proceso e identificación de proceso clave	96
2.3.7. Definición del problema	99
2.4. Definición de las necesidades de los clientes	100
2.4.1. Análisis y priorización de las necesidades del cliente	100

2.5. Medición del sistema de medición actual	102
2.5.1. Planificar y medir el rendimiento frente a los requisitos del cliente	
2.5.2. Llevar a cabo las medidas de defectos de la situación Inicial e identificar las oportunidades de mejora	103
2.6. Análisis, priorización y guías de aplicación de mejoras	104
2.6.1. Introducción	104
2.6.2. Análisis de datos: exploración	105
2.6.3. Análisis de procesos: exploración	105
2.7. Realización de prueba piloto con la mejor alternativa	106
2.7.1. Propuesta de mejoramiento de uno de los procesos críticos del DECAB	106
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	108
3.1. Definición de misión y visión	108
3.2. Capacitación del equipo	113
3.3. Identificación de los procesos clave y de los clientes principales	115
3.3.1. Mapa de procesos	115
3.3.2. Organigrama funcional del DECAB	118
3.3.3. Entorno del DECAB	120
3.3.4. Definición del proyecto	123
3.3.5. Identificación de los requisitos del cliente	127
3.4. Definición de las necesidades de los clientes	143
3.5. Medición del sistema de gestión actual	145
3.6. Análisis, priorización y guías de aplicación de mejoras	158
3.7. Realización de prueba piloto con la mejor alternativa	163
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	169
4.1. Conclusiones	169
4.2. Recomendaciones	170

BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXOS	174

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.2.1: Evolución histórica del concepto de calidad	17
Tabla 1.7.1: Calidad total VS Seis Sigma	49
Tabla 1.7.2: El mapa de Seis Sigma, etapa 1 y subetapas	54
Tabla 1.7.3: El mapa de Seis Sigma, etapa 2 y subetapas	57
Tabla 1.7.4: El mapa de Seis Sigma, etapa 3 y subetapas	58
Tabla 1.7.5: Modelo de implantación de toma de datos en cinco etapas	59
Tabla 1.7.6: El mapa Seis Sigma , etapas 4A y 4B	59
Tabla 1.7.7: El mapa de Seis Sigma, etapa 5 y subetapas	62
Tabla 2.2.1: Currículo de entrenamiento Black Belt	88
Tabla 3.1.1: Lista de personal con funciones y roles en Seis Sigma	111
Tabla 3.3.1: Cuadro de proyecto Investigación	123
Tabla 3.3.2: Cuadro de proyecto Extensión	125
Tabla 3.3.3: Empresas o productos que demandan servicios al DECAB	128
Tabla 3.3.4: Diagrama SIPOC de Investigación	129
Tabla 3.3.5: Narración del proceso Investigación	133
Tabla 3.3.6: Selección de Variables Críticas de Calidad (VCC) en el proceso de Investigación	134
Tabla 3.3.7: Relación entre prioridades y subprocesos del proceso Investigación	136
Tabla 3.3.8: Diagrama SIPOC de extensión	137
Tabla 3.3.9 Narración del proceso Extensión	140
Tabla 3.3.10: Selección de Variables Críticas de Calidad (VCC) en el proceso de extensión	141

Tabla 3.3.11: Relación entre prioridades y subprocesos del proceso extensión	142
Tabla 3.5.1: SIPOC del servicio de análisis	153
Tabla 3.5.2: Narración del subproceso de análisis acreditado	155
Tabla 3.5.3: Evaluación de los requisitos de cliente en el subproceso de análisis acreditado	156

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1.1: Modelo de planeación estratégica aplicada	3
Figura 1.6.1: Flujo de trabajo horizontal <i>versus</i> organización vertical	35
Figura 1.6.2: Las cinco fases del Mejoramiento de los Procesos de la empresa	40
Figura 1.6.3: Mejoramiento de un proceso	41
Figura 1.8.1: Flujo de la metodología Seis Sigma	66
Figura 1.8.2: Definición objetiva de un problema	67
Figura 1.8.3: Elementos de una gráfica de control	72
Figura 1.8.4: Tipos de relación de un diagrama de dispersión	73
Figura 1.8.5: Diagrama de dispersión entre 2 variables	74
Figura 1.8.6: Los elementos de la producción	75
Figura 1.8.7: Elementos de la producción y su control	76
Figura 3.3.1: Mapa de procesos del DECAB (ideal)	116
Figura 3.3.2: Mapa de procesos del DECAB (real)	118
Figura 3.3.3: Organigrama Funcional del DECAB	119
Figura 3.3.4: Diagrama de flujo. Investigación	132
Figura 3.3.5: Diagrama de flujo Extensión	139
Figura 3.5.1: CTQ del subproceso de planteo de proyectos de investigación	147
Figura 3.5.2: CTQ del subproceso de disponibilidad de fondos	148
Figura 3.5.3: CTQ del subproceso de extensión: planteamiento de la necesidad	150
Figura 3.5.4: CTQ del subproceso de extensión: formulación del servicio	150
Figura 3.5.5: Diagrama de flujo. Servicio de análisis.	154

Figura 3.6.1: Diagrama causa-efecto del problema de plazos de entrega 160

Figura 3.7.1: Diagrama de árbol de servicio de análisis 167

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I EPN. IV Jornadas de discusión: Planificación Institucional	174
ANEXO II Hoja de trabajo para el cuadro de proyecto	179
ANEXO III Declaración del problema/oportunidad. Investigación	180
ANEXO IV Declaración del problema/oportunidad. Extensión	181
ANEXO V Declaración del problema/oportunidad. Docencia	182
ANEXO VI Declaración del problema/oportunidad. Post grado	183
ANEXO VII Cuadro de proyecto. Docencia	184
ANEXO VIII Cuadro de proyecto. Post grado	186
ANEXO IX Encuestas DECAB 2006	187
ANEXO X Encuestas DECAB 2007	191
ANEXO XI Encuestas DECAB 2008	195
ANEXO XII Proyectos de investigación en 15 años	199
ANEXO XIII Tabla de conversión Sigma	200
ANEXO XIV Hoja de cálculo Sigma	201

ANEXO XV	
Cálculo de Sigma. Generación de proyectos de investigación	202
ANEXO XVI	
Cálculo de Sigma. Plazo de entrega de resultados	203

RESUMEN

La meta de mejoramiento del DECAB es una meta clara que se la viene trabajando desde hace algunos años, pero que desgraciadamente no ha sido mantenida con el tiempo, ni ha sido estructurada como proceso.

Con este trabajo se propone la aplicación de una metodología cuya filosofía podría ser parte de la vida diaria de sus integrantes, sobre todo desde el momento en que se vean y sientan los cambios positivos que se logran en un plazo más o menos corto.

La metodología Seis Sigma se basa en cinco actividades que son: **D**efinir, **M**edir, **A**nalizar, **M**ejorar y **C**ontrolar. Cada una de estas actividades cuenta con las herramientas que permiten el manejo y solución de problemas que impiden la eficiencia, efectividad y eficacia del DECAB.

Se inició el estudio con la definición de la Misión y Visión institucionales que dan las pautas guías para la gestión del DECAB. Se conformó el equipo para el desarrollo del proyecto y sus integrantes fueron copartícipes de las actividades desarrolladas en él. La capacitación del equipo fue lograda con la aplicación de la metodología Seis Sigma y se definió el rol de cada uno en el contexto del Departamento.

Como siguiente actividad se procedió a identificar los procesos y los clientes del DECAB, para lo cual se analizó primero el mapa general de procesos, el organigrama funcional y el entorno interno y externo del DECAB.

Se estudiaron también los tres procesos fundamentales, Docencia, Investigación y Extensión, y se definió como el proceso más crítico, el servicio de análisis acreditado, cuyo valor Sigma es aproximadamente 1.6 lo que significa que se tiene mucho trabajo por delante para lograr la excelencia esperada. Finalmente se proponen algunas acciones para mejorar el proceso crítico.

INTRODUCCIÓN

Lo importante no es cómo triunfar sino como mantener el éxito. En los tiempos actuales muchas empresas atraviesan dramáticos momentos de casi muerte y renacimiento. Es como girar la rueda de la fortuna, mientras los gustos de los consumidores, las tecnologías, las condiciones financieras y los terrenos competitivos cambian cada vez más de prisa. En este entorno de alto riesgo, la demanda de ideas para ponerse en primera línea, detener la rueda (quedándose en lo alto por supuesto) o anticiparse al próximo cambio es cada vez más urgente. Respuestas a esta demanda hay muchas, pero Seis Sigma da una que es más interesante: Seis Sigma no es una moda empresarial atada a un solo método o estrategia, sino más bien un *sistema flexible* para mejorar la dirección y el rendimiento empresarial. Empresas como General Motors, Motorola, Allied Signal/Honeywell y otras han recibido con creces los beneficios de esta técnica especial. (Pande P.S., 2002)

Los seis principios que definen al sistema Seis Sigma son los siguientes:

1. Auténtica orientación al cliente

En los tiempos de la calidad total (80's, 90's) las empresas hablaban de "satisfacer o sobrepasar las expectativas y necesidades de los clientes", sin embargo, pocas empresas hicieron esfuerzo real para comprender las necesidades reales de los clientes y cuando lo hicieron, la recogida de datos de clientes fue generalmente una iniciativa aislada y de corta duración, que ignoró la naturaleza dinámica de las necesidades del cliente. En Seis Sigma, la orientación al cliente se convierte en prioridad número uno. Las mejoras Seis Sigma se definen por su impacto en la satisfacción de cliente y por su valor. (Pande P.S., 2002)

2. Gestión orientada a datos y hechos

La disciplina Seis Sigma empieza por esclarecer qué medidas son las fundamentales para valorar el rendimiento del negocio, luego aplica los datos y el análisis para comprender las variables clave y optimizar los resultados. (Pande P.S., 2002)

3. Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos

En Seis Sigma, la acción está en los procesos que constituyen una forma de generar ventajas competitivas en la entrega de valor a los clientes. (Pande P.S., 2002)

4. Gestión proactiva

Ser “proactivo” significa anticiparse a los acontecimientos y ser reactivo es reaccionar ante los acontecimientos, lo cual marca una gran diferencia. Hablar de proactividad es hablar de prevención, hablar de reactividad es hablar de apaga fuegos. (Pande P.S., 2002)

5. Colaboración sin fronteras

La colaboración sin fronteras, es la colaboración entre grupos que deben trabajar para proporcionar valor a los clientes, lo cual, se aclara, no es un sacrificio desinteresado, sino la comprensión tanto de las necesidades reales de los usuarios finales, como del flujo del trabajo en un proceso. EL SISTEMA Seis Sigma puede crear un entorno y unas estructuras de gestión que den soporte a un verdadero trabajo en equipo. (Pande P.S., 2002)

6. Búsqueda de la producción, tolerancia a los errores

Este principio parece contradictorio pero no lo es. Si buscamos la perfección debemos correr el riesgo del error. Si no, nos paralizamos. Las técnicas del Seis Sigma permiten mejorar los procesos, siempre con un riesgo de error que cada vez es menor. (Pande P.S., 2002)

RESEÑA HISTÓRICA DE DECAB

El actual Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB), antiguo Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) tuvo su origen en el año 69 y su objetivo inicial era apoyar el aprovechamiento de los recursos naturales vegetales y minerales del país con todos los medios físicos y humanos que en esa época tenía la EPN.

Con el tiempo y de acuerdo a la infraestructura física y humana existentes, se fueron definiendo los campos de alimentos, extractos vegetales y explotación de recursos minerales (metalurgia extractiva), los cuales estaban apoyados por laboratorios eficientes que aseguraban los resultados de la consultoría y de la investigación. Así funcionó el IIT por un período aproximado de 25 años.

En todo ese tiempo, el área de alimentos creció y se fortaleció con el apoyo de organismos internacionales (OEA, IPICS, Comunidad Andina, CYTED, CIRAD, Comunidad Europea, etc.) y con el desarrollo de programas importantes para el país auspiciados por los organismos gubernamentales y externos de Ciencia y Tecnología (Estudio de alimentos infantiles, Proyecto de post cosecha, Proyecto Soya, Alimentos andinos, Alimentos para regímenes especiales, alimentos funcionales, entre otros) que generaron la necesidad del establecimiento de Laboratorios acreditados para ayudar en la meta de alcanzar una alta productividad y rentabilidad razonable que permita la supervivencia y el crecimiento institucional.

El área de Extractos Vegetales no creció como se esperaba por falta de liderazgo y apoyo de las autoridades.

El área de metalurgia extractiva si creció y se fortaleció también con el apoyo de organismos de Ciencia y Tecnología nacionales e internacionales, pero por su mismo crecimiento y por ser una disciplina científica totalmente diferente tuvo que separarse del IIT y formar un Departamento autónomo.

Permaneció entonces el Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) que comprendía la actividad de alimentos y de extractos vegetales, éste último, dirigido por un solo investigador y con campos de acción extremadamente limitados. Posteriormente se integró al DECAB el departamento de Bioprocesos que desarrolla interesantes proyectos que tienen que ver con el desarrollo de la pequeña empresa y también con el campo de tecnología y ciencia de alimentos.

El DECAB funciona en base a proyectos y programas importantes, con asesorías a empresas y estudiantes graduandos de tercer y cuarto nivel, y con el respaldo de laboratorios acreditados a nivel nacional e internacional. (La acreditación está respaldada por "The American Association for Laboratory accreditation". 27/06/06).

Con esta perspectiva parecería que el DECAB se definió por sus actividades y por el esfuerzo de sus integrantes y que es un Departamento que funciona en forma eficaz, eficiente y efectiva.

Sin embargo la realidad es diferente. El DECAB no tiene una estrategia institucional clara y compartida por sus miembros y en consecuencia no existe coherencia entre sus partes. Los procesos no están identificados y los clientes conforman un grupo difuso y poco conocido.

Por ello, es imposible establecer una competitividad efectiva y una rentabilidad adecuada por lo que conviene en forma urgente analizar sus procesos y proceder a su reestructuración para asegurar su supervivencia.

CLIENTES

El DECAB, como todos los departamentos de la Escuela Politécnica Nacional debe, de acuerdo a los estatutos, desarrollar tres actividades fundamentales: Docencia, Investigación y Extensión. Cada una de estas funciones tiene sus clientes propios:

Docencia: estudiantes de pre grado, estudiantes de post grado, docentes del DECAB y de otros Departamentos de la EPN.

Investigación: Empresas públicas y privadas, Unidad de Gestión de Proyectos (UGP), Director y participantes proyectos o programas, entes crediticios, Universidades y Politécnicas nacionales o privadas, INIAP, etc.

Extensión: estudiantes de pre grado y post grado, agricultores y empresarios, Gobierno nacional y otros clientes externos, analistas y docentes del DECAB

PROVEEDORES

Docencia: estudiantes de Ingeniería química y agroindustria, docentes, tribunales de grado.

Investigación: Usuarios externos e internos, estudiantes, financistas, instituciones públicas o privadas, fundaciones, universidades, gobiernos, Unión Europea, empresas, representantes comerciales, centro de información, docentes y tutores, consultores.

Extensión: usuarios externos e internos, docentes, analistas, bibliotecaria, DECAB, EPN.

PRODUCTOS

Docencia: Programas de formación, metodologías de enseñanza, aprendizaje e investigación, clases, notas de pruebas y exámenes, resultados de investigación.

Investigación: Temas de investigación, propuesta de investigación, contratos o convenios, resultados de investigación.

Extensión: Planteo y solución de problemas, ofertas, contratos o convenios, datos, informes, cursos, talleres y seminarios.

COMPETENCIA

El estudio de la competencia es una parte esencial del análisis estratégico para formular estrategias competitivas que generen ventajas.

Sólo la ventaja que se explota cuenta, puesto que en ese momento se transforma en desventaja del oponente. Por tanto, lo primero es saber exactamente cuál es la ventaja competitiva de la organización, qué la produjo y de dónde procede, para comprender los mecanismos mediante los cuales puede multiplicarse o acrecentarse. La razón de las ventajas competitivas es muy variada: buena imagen, alta calidad, precio bajo, producto funcional, innovación en el diseño del producto, proceso o servicio, tecnología, prestigio, velocidad de respuesta, disponibilidad, servicio personalizado, etc. La estrategia debe centrarse en una o varias ventajas.

Las ventajas competitivas surgen del “saber hacer” que es el factor esencial para el desarrollo de la organización, y, en ocasiones de su sobrevivencia. Conviene manejar muy bien la “cadena de conocimientos” (cómo y en qué orden se entrelazan) y la “cadena de valor” (todas las actividades que se realizan dentro de la

empresa y que juntas crean un valor total, que viene a ser el valor pagado por el consumidor) (Thomson y Strickland 1998)

El DECAB tiene algunos competidores (que también pueden ser socios) y que hay que tenerlos en cuenta: Universidades y Escuelas Politécnicas con especialidad de Ciencia y Tecnología de alimentos, Institutos autónomos como el INIAP, laboratorios públicos (Izquieta Pérez) y laboratorios privados, Fundaciones y Firms consultoras, etc., pero también cuenta con algunas ventajas competitivas como excelentes laboratorios e investigadores de mucha trayectoria.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) funciona en base a proyectos y programas importantes, auspiciados por organismos de Ciencia y Tecnología nacionales e internacionales, Universidades o Fundaciones extranjeras, o por la misma EPN, brindando además asesorías científicas y tecnológicas a empresas públicas y privadas y a estudiantes graduandos de tercero y cuarto nivel, con el respaldo de laboratorios acreditados y de una planta piloto muy bien dotada.

Apoya además a diferentes carreras de la EPN con la docencia en diferentes disciplinas relacionadas principalmente con la rama de alimentos y nutrición.

El DECAB sin embargo no tiene una estrategia institucional clara y compartida por sus miembros y en consecuencia no existe la coherencia esperada entre sus partes.

Los organismos nacionales de ciencia y tecnología están en vías de reorganización y por tanto no existen presupuestos dedicados a la investigación.

Los laboratorios acreditados del DECAB no están en capacidad de absorber una demanda normal de servicios. La planta piloto no tiene un programa de

mantenimiento preventivo vigente y la coordinación de uso de los equipos no tiene la fluidez adecuada. Los procesos clave no están identificados y los clientes conforman un grupo difuso y poco conocido. En estas condiciones, es difícil lograr las metas que debería tener un departamento de ciencia de alimentos y biotecnología y mucho menos una rentabilidad adecuada frente a entes con los mismos objetivos o propósitos. La búsqueda de una solución global adecuada es asunto de supervivencia.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Proponer el mejoramiento de los procesos críticos del DECAB aplicando la metodología Seis Sigma.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir la Misión del DECAB
2. Identificar los procesos claves y los clientes principales
3. Seleccionar las variables críticas para la calidad y asegurarse de que a través de ellas se escucha al cliente. Delimitar el problema
4. Medir el sistema de gestión actual y establecer metas para las variables críticas de calidad
5. Analizar, priorizar, y dar guías alternativas de aplicación de mejoras según metodología y técnicas del Seis Sigma
6. Experimentar la propuesta en fase piloto
7. Conocer los resultados y expresar conclusiones y recomendaciones y propuesta de aplicación.

HIPÓTESIS

El mundo actual es un mundo global y altamente competitivo y las universidades no pueden estar fuera de este marco. El DECAB tiene actualmente un rendimiento

menor que el esperado, debido a factores que se los ha descuidado en el tiempo y que es necesario rectificarlos con herramientas eficaces y eficientes. Por otra parte el DECAB ha demostrado a través del tiempo que sus trabajos de investigación han tenido hondas repercusiones en el vivir y en el Progreso del País (Proyecto Alimentos Infantiles, Proyecto disminución pérdidas post cosecha, Proyectos e investigaciones en alimentos, Formación de excelentes profesionales de tercer y cuarto nivel, Alianzas internacionales para desarrollo de proyectos de investigación, etc.).

Se plantea por tanto la siguiente hipótesis: Si el DECAB tiene una trayectoria importante en el desarrollo del país y cuenta con la estructura física adecuada y personal con amplia experiencia científica, puede alcanzar las metas de la excelencia si es que se aplica un método de calidad probado como el Seis Sigma que puede ser implementado en forma inmediata si es que existe la aceptación de todo el personal, empezando por los ejecutivos de la Institución.

1. PARTE TEÓRICA

1.1. PLANES ESTRATÉGICOS

Para que tenga éxito, un proceso de planeación estratégica se debe establecer los criterios para tomar las decisiones organizacionales diarias y suministrar el patrón frente al cual se puedan evaluar tales decisiones. Para la implementación de la estrategia debe existir el compromiso de la alta gerencia para aceptarla y ejecutarla. (Goodstein, 1998)

1.1.1. DEFINICIONES

La planeación estratégica es el proceso por el cual los miembros guía de una organización prevén su futuro y desarrollan los procedimientos y operaciones necesarias para alcanzarlo.

Hay que diferenciar la planeación táctica, la planeación operativa y la planeación estratégica. La planeación táctica y la planeación operativa son la misma cosa. Ambas se refieren a cómo hacer el trabajo, mientras que la planeación estratégica se relaciona con el qué se debe hacer.

La planeación estratégica debe responder a tres preguntas básicas: la primera, ¿hacia dónde vamos? La segunda, ¿Cuál es el entorno? Y la tercera, ¿Cómo lograrlo? Si se encuentra las respuestas a estas preguntas para que se tenga un impacto positivo en el destino de la organización, se puede decir que se está logrando los objetivos de la planeación estratégica.

El objetivo fundamental de cualquier empresa, por otra parte, es vender exitosamente un bien o un servicio. Esto significa que debe existir un buen manejo del mercado o *Marketing*. Antiguamente sin embargo, el *Marketing* tenía una visión

muy corta pues se basaba en los bienes o servicios proporcionados en vez de tomar en cuenta las necesidades que se deben atender y por ello sus resultados eran a veces catastróficos. Ahora el inicio del proceso está en las necesidades del cliente.

En la Figura 1.1.1., se puede ver el modelo de planeación estratégica aplicada que es especialmente útil para organizaciones de mediana y pequeña magnitud, y es igual de eficaz para entidades gubernamentales y organizaciones sin ánimo de lucro como para empresas y organizaciones industriales.

El modelo implica nueve fases secuenciales, dos de las cuales (auditoría del desempeño y análisis de brechas) son dos aspectos diferenciados de una sola fase; el modelo también incluye dos funciones continuas (monitoreo del entorno y consideraciones para su aplicación) involucradas en cada una de las fases consecutivas.

El modelo de aplicación estratégica aplicada establece tres de estas fases (búsqueda de valores, diseño de la estrategia del negocio e integración de los planes de acción) en óvalos en vez de rectángulos para distinguir aquellos elementos que son diferentes de los enfoques comunes para la planificación estratégica. Se hace énfasis en ellos porque se considera que representan la ventaja competitiva del modelo considerado.

En los pasos secuenciales, después del análisis de brechas, existe una elección (representada mediante flechas) que permite ir hacia la estrategia del negocio o hacia la integración de los planes de acción dependiendo de la facilidad de resolución del análisis de brechas. (Goodstein, 1998)

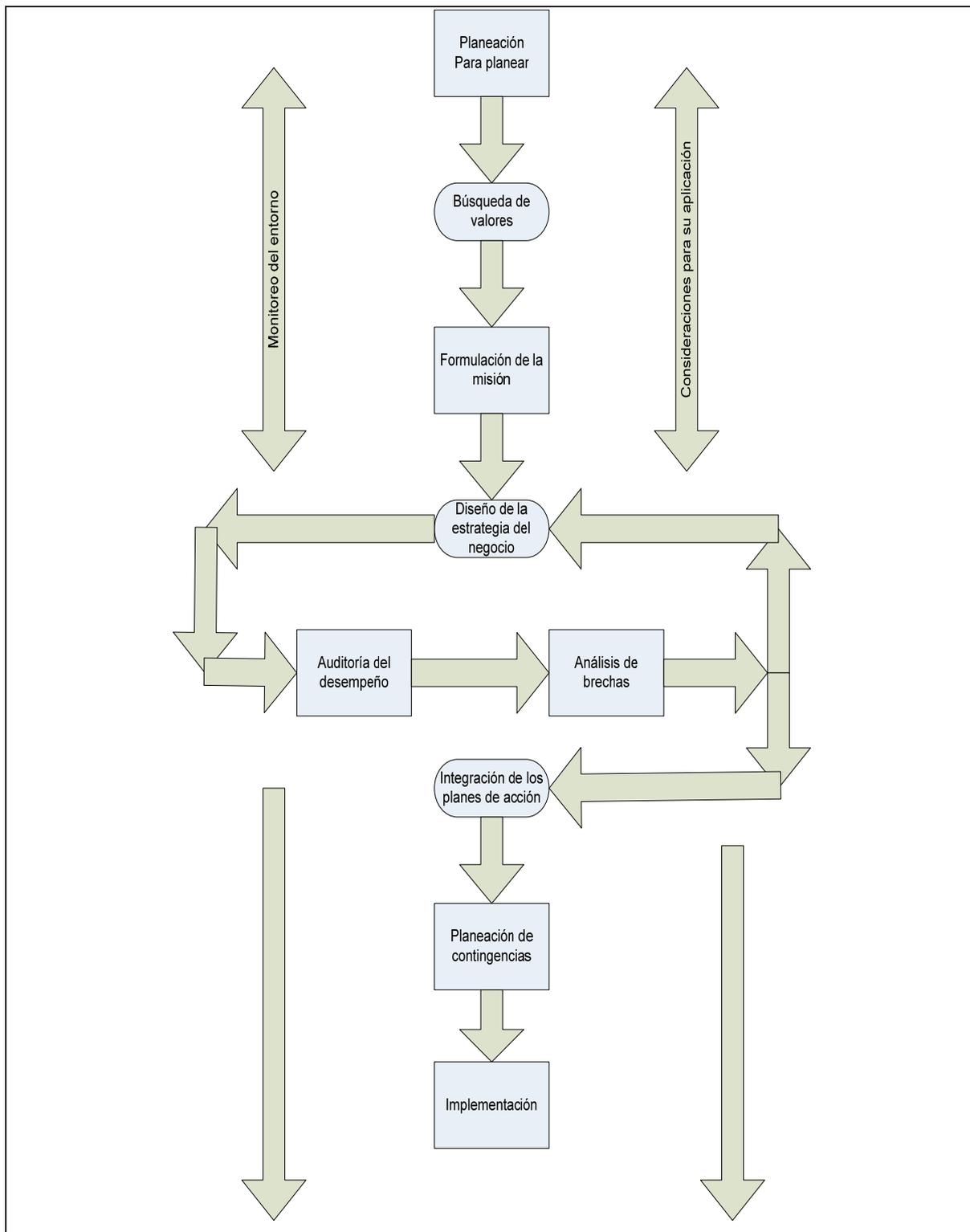


Figura 1.1.1. Modelo de planeación estratégica aplicada
(Goodstein 1998)

El análisis de las diferentes fases se expresa a continuación:

1.1.2. PLANEACIÓN PARA PLANEAR

Existen algunos supuestos iniciales que permitirán el desarrollo de la planeación estratégica:

- El compromiso con el proceso
- El personal que se debe involucrar
- La financiación necesaria para el proceso
- El cronograma del proceso
- La información necesaria
- El análisis de datos

Es muy importante establecer claramente las diversas expectativas de las personas en la organización de la planificación antes de tomar cualquier decisión y sobre todo lograr el compromiso organizacional de todo el personal involucrado, especialmente del Director Ejecutivo que deberá invertir tiempo y esfuerzo en todo el proceso.

Logrado esto, el siguiente paso es identificar al equipo de planeación que trabajará estrechamente y en forma continua con el Director Ejecutivo. (Goodstein 1998)

1.1.3. MONITOREO DEL ENTORNO

La organizaciones deben tomar conciencia de lo que sucede en su entorno y que pueda afectarlas, especialmente en el proceso de planeación. El entorno no es uno solo. Hay que diferenciarlos en *macroentorno*, *entorno científico e industrial*, *entorno competitivo* y *entorno interno de la organización*. La información de cada uno de los entornos conduce a la búsqueda de valores, a la elaboración de la misión, a la formulación de modelo de estrategia, a la identificación de la competencia, etc.

En el *macroentorno* se incluyen aspectos sociales como los demográficos, tecnológicos, económicos y políticos; en el *entorno científico e industrial*, la estructura, la forma de financiación, la presencia gubernamental, los resultados y las estrategias habituales de mercado; en el *entorno competitivo*, los perfiles del competidor, la segmentación del mercado y la investigación y desarrollo; en el entorno organizacional interno, la estructura de la identidad, su historia y sus fortalezas y debilidades. En cuanto al *entorno interno de la organización* ésta comprende su cultura, clima, productividad y fortalezas y debilidades distintivas. Además incluye las diversas estructuras y sistemas que, por lo general se utilizan en la planeación y control diario dentro de la organización, como el control de inventarios, la distribución y el control de calidad. Predecir cómo podría afectar a la organización cada una de estas áreas con el tiempo, constituye una parte esencial de la planeación estratégica aplicada y tiene que considerarse en cada fase. (Goodstein 1998)

1.1.4. BÚSQUEDA DE VALORES

Todas las decisiones de negocios se basan en valores. La búsqueda de valores constituye un examen de los valores de los miembros del equipo de planeación, de los valores actuales de la organización, de su filosofía de trabajo, de la cultura organizacional predominante y de los supuestos valores de los grupos de interés en el futuro. La búsqueda de valores constituye el primer paso formal del modelo de planeación estratégica aplicada y es totalmente diferente de la que se encuentra en la mayor parte de los modelos de planeación estratégica.

En cuanto a los *valores personales* de los integrantes del equipo, no es lo mismo, por ejemplo, un individuo para quien la toma de riesgos constituye un valor personal importante y un individuo que mantiene la seguridad como alto valor personal o un individuo que tiene como valor maestro, la reputación profesional antes que el poder en cualquiera de sus formas. Si las diferencias en valores no se identifican, clarifican

y comprenden, habrá pocas probabilidades de que en el futuro la organización cumpla las expectativas individuales del grupo administrativo.

Una vez analizados los valores individuales del equipo de planeación administrativa, se deben considerar los *valores organizacionales*, que se reflejarán en el comportamiento futuro de la entidad, es decir, valores generados por la filosofía fundamental de la empresa: honestidad, transparencia, responsabilidad, lealtad, respeto, etc.

La filosofía de operaciones de una organización incluye una serie de supuestos acerca de su funcionamiento y la manera como se toman las decisiones. A menos que tales supuestos se examinen en términos de su validez y relevancia actuales, la organización continuará creyendo que son verdaderos y operará de acuerdo con ellos. En consecuencia una parte importante del proceso de planeación estratégica consiste en identificar los supuestos de la empresa acerca de su entorno, sus mercados, sus operaciones y la forma como funcionan o deben funcionar y examinar su validez.

La cultura de una organización proporciona el contexto social a través del cual realiza el trabajo; guía a sus miembros en la toma de decisiones, la forma como se invierte el tiempo y la energía, qué hechos se examinan con atención y cuáles se rechazan de plano, cuáles opciones se miran de manera favorable desde el comienzo, qué tipo de personas se selecciona a fin de trabajar para y dentro de la empresa y prácticamente cómo se hace todo allí. *La cultura de una compañía facilitará u obstaculizará el proceso de planeación estratégica y la implementación del plan que genera.*

El análisis del grupo de interés implica explorar los valores de la empresa, constituidos por los individuos, los grupos y las organizaciones que recibirán el impacto del plan estratégico de la compañía o que se interesarán en él. Por lo

general los grupos de interés incluyen empleados (inclusive gerentes), clientes o consumidores, proveedores, gobiernos, sindicatos, acreedores, dueños, accionistas y miembros de la comunidad interesados en la organización. Una vez identificados, se puede considerar el impacto de varias condiciones futuras en los distintos grupos de interés a medida que aquellas se desarrollan como parte del proceso de planeación estratégica.

La búsqueda de valores es la fase más importante del proceso de planeación estratégica y una de las más difíciles. Exige un profundo análisis de las convicciones más esenciales que fundamentan la vida organizacional, en especial la toma de decisiones. Tal análisis es raro en la experiencia de muchos gerentes y, en consecuencia, puede ser una actividad larga y penosa. Pero, sin esa confrontación, las diferencias no resueltas en los supuestos, valores, convicciones y filosofía, surgirán de manera continua en el proceso de planeación, bloqueando el avance e interfiriendo en el desarrollo de un plan estratégico funcional. El plan estratégico debe ser congruente con los valores de la compañía; de no ser así, se deben cambiar los valores o el plan. (Goodstein 1998)

1.1.5. FORMULACIÓN DE LA MISIÓN

Uno de los aspectos más importantes de la planeación estratégica es formular la declaración de la misión. La formulación de la misión implica desarrollar un enunciado claro del tipo de negocio en el que se halla la compañía. Al formular la Misión, una empresa debe responder a 4 preguntas básicas:

1. ¿Qué funciones desempeña la organización?
2. ¿Para quién desempeña estas funciones?
3. ¿De qué manera trata de desempeñar las funciones?
4. ¿Por qué existe esta organización?

Al responder la primera pregunta, hay que hacerlo en términos de las necesidades del consumidor o cliente. En el sector empresarial sin ánimo de lucro, resulta importante responder la pregunta de a qué función atiende la organización.

Al responder la segunda pregunta, hay que considerar que ninguna organización, por grande que sea, puede satisfacer las necesidades de todos los clientes posibles. Es necesario por tanto hablar de una segmentación de mercado.

Una vez que el equipo de planeación ha identificado que hace la organización y para quien, el siguiente paso consiste en decidir de qué forma se procederá para alcanzar los objetivos propuestos.

La cuarta es una pregunta existencial y se aplica para las empresas con o sin ánimo de lucro.

La definición de la Misión puede ser una tarea muy difícil y demorada, pero a la final, la empresa cuenta con una definición clara de su futuro y establece una base para la toma de decisiones organizacionales.

La declaración de la misión debe hacer que la mayoría de los miembros de una organización se sientan involucrados y estimulados. (Goodstein 1998)

1.1.6. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DEL NEGOCIO

Es el intento de la organización para descubrir los pasos para lograr su Misión para lo cual hay que conceptualizar una serie de escenarios futuros específicos. Al mismo tiempo es necesario identificar a la persona que será responsable de dichos pasos y cuando se pueden dar. El diseño de la estrategia del negocio necesita establecer los objetivos cuantificados de la organización, para lo cual se debe:

1. Identificar las principales líneas de negocios (LDN) o el perfil estratégico que desarrollará la compañía para cumplir su misión.
2. Establecer los indicadores críticos del éxito (ICE), los cuales posibilitarán que la organización registre su proceso en cada LDN que intente seguir
3. Identificar las acciones estratégicas mediante las cuales la empresa logrará su visión de la condición futura ideal.
4. Determinar la cultura necesaria para apoyar estas LDN, los ICE y las acciones estratégicas. (Goodstein 1998)

Esta información es imprescindible para las próximas dos fases, la auditoría del desempeño y el análisis de brechas, de la planeación estratégica aplicada.

1.1.7. AUDITORÍA DEL DESEMPEÑO

Cuando el equipo de planeación ha previsto el futuro de la organización, deberá luego transparentar totalmente su desempeño actual por medio del proceso denominado *auditoría del desempeño* que es un esfuerzo concentrado, para conocer su desempeño actual, en base de las fortalezas y debilidades internas de la empresa y en las oportunidades y amenazas externas que pueden tener un efecto positivo o negativo en la organización y en sus esfuerzos para alcanzar el futuro deseado. La sigla FODA representa los cuatro factores y constituye la principal forma de validar el modelo de la estrategia del negocio.

La auditoría del desempeño examina las acciones recientes de la organización en términos de índices de desempeño básico (flujo de caja, crecimiento, patrones de contratación, calidad, tecnología, operaciones, servicio, beneficio, TIR, etc.) que se han identificado como críticos en el perfil estratégico. El propósito de esta auditoría consiste en proporcionar los datos para el *análisis de brechas*, determinando el grado en que el modelo de la estrategia del negocio es realista y realizable.

La pregunta importante que debe responder la *auditoría del desempeño* es si la organización cuenta con la capacidad de implementar en forma exitosa su plan estratégico de negocios y de esta manera lograr su misión. También se debe incluir información acerca de las fuentes externas que puedan ejercer impacto en el éxito al lograr sus metas, es decir las oportunidades y amenazas del análisis FODA (competidores, proveedores, mercados y clientes, tendencias económicas, condiciones del mercado laboral y regulaciones gubernamentales en todos los niveles que puedan afectar la compañía en forma positiva o negativa. (Goodstein 1998)

1.1.8. ANÁLISIS DE BRECHAS (GAP)

Después de la auditoría del desempeño, es necesario identificar las brechas entre el desempeño actual de la compañía y el desempeño que se requiere para la exitosa realización de su modelo de la estrategia del negocio. En otras palabras es una evaluación de la realidad tomando en cuenta que cada brecha requiere de una estrategia específica.

Por cada brecha que no se puede cerrar a través de una estrategia evidente, el equipo de planeación debe regresar a la fase del diseño de la estrategia del negocio e implementar de nuevo el modelo hasta que se pueda cerrar la brecha. Por esta razón el modelo de planeación estratégica aplicada muestra flechas en dos direcciones que siguen el análisis de brechas: las que avanzan a la fase de integración de los planes de acción y las que regresan al diseño de la estrategia del negocio. Cuando permanecen las brechas, puede ser necesario repetir el proceso varias veces antes de que éstas se puedan cerrar. Algunas veces se debe modificar la formulación de la misión.

Si el análisis de brechas revela una disparidad considerable entre la auditoría del desempeño y el perfil estratégico, puede ser necesario reexaminar el diseño o funcionamiento de la organización.

En general existen 4 enfoques básicos para el cierre de las brechas:

- 1) Ampliar el marco de tiempo para lograr el objetivo
- 2) Reducir la magnitud o alcance del objetivo
- 3) Reasignar recursos para lograr las metas, y;
- 4) Obtener nuevos recursos

Un problema significativo en análisis de brechas es la correspondencia entre el modelo de la estrategia del negocio y la búsqueda de valores. Esto es necesario para asegurar que las acciones que propone la empresa sean consistentes con su cultura. Si no es así, los planes no tienen posibilidad de éxito.

Si la brecha entre la situación actual y la deseada parece demasiado amplia para cerrarla, entonces se debe redefinir el futuro deseado o desarrollar soluciones creativas para cerrarla. (Goodstein 1998)

1.1.9. INTEGRACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN

La integración de los planes de acción es aquel aspecto de la planeación estratégica en el cual se desarrollan en primera instancia planes de acción detallados para cada una de las líneas de negocios nuevas y existentes para luego integrarse en un todo coherente. Es especialmente importante atender el desarrollo de los procesos de mercadeo y los planes de recursos humanos, los dos aspectos de la planeación estratégica que tienen mayor probabilidad de ser tratados con negligencia.

Luego de que las brechas reveladas en la fase de análisis se cierran hasta un nivel manejable, se deben abordar dos problemas importantes:

1. Cada una de las LDN debe desarrollar grandes estrategias o planes maestros de negocios

2. Las diversas unidades de la organización deben desarrollar planes operativos detallados con base en el plan general de la organización (Goodstein 1998)

1.1.10. PLANEACIÓN DE CONTINGENCIAS

Los planes de contingencia son preparaciones para acciones específicas que se puedan adoptar cuando ocurran sucesos para los cuales no se haya efectuado planeación. En la planeación de contingencias se deben considerar cinco conceptos clave: la matriz de planeación de contingencias, el indicador de estatus organizacional, los índices macroeconómicos, los índices de expansión de negocios y los indicadores compuestos de la variación del presupuesto.

Cada tipo de negocio o de organización está sujeto entonces a una serie de contingencias que deberán ser planificadas a posteriori, lo cual implica:

1. Identificar las amenazas y las oportunidades internas y externas más importantes para la organización.

2. Desarrollar puntos de partida a fin de iniciar acciones para cada contingencia.

3. Acordar cuales pasos se darán para cada uno de estos puntos de partida.

Por supuesto no se pueden anticipar todas esas contingencias, pero las primeras señales de cambios importantes, pueden ayudar a la organización a conducir y ejecutar planes de contingencia efectivos.

Cuando se alcanza un punto de partida, se debe buscar un mayor nivel de monitoreo y la implementación efectiva de la estrategia. Resulta importante poder definir el

estatus operativo de la organización en cualquier momento. Los indicadores de la variación del presupuesto tienen como propósito ser un punto clave de activación de la matriz de planeación de contingencias. (Goodstein 1998)

1.1.11. IMPLEMENTACIÓN

La implementación del plan estratégico implica la concurrencia de varios planes tácticos y operativos diseñados en el nivel funcional o superior más el monitoreo y la integración de dichos planes en el nivel organizacional. La prueba para cualquier proceso de planeación estratégica es el grado de impacto en el comportamiento permanente de la empresa. La implementación no solo constituye la fase final del modelo de planeación estratégica aplicada, también es un proceso permanente en las demás fases. Es muy importante notar que para ejecutar el plan estratégico se deben iniciar los cambios necesarios en el sistema de control administrativo, en el sistema de información y en la cultura organizacional.

La evaluación más importante de la implementación es el grado de involucramiento de todos los miembros de la organización, en especial de los gerentes, en las decisiones administrativas diarias.

El anuncio y la presentación del plan se deben hacer con la pompa y la ceremonia que caracterizan un suceso importante en la vida de la organización. (Goodstein 1998)

1.2. CALIDAD TOTAL

1.2.1. NOCIONES BÁSICAS

En el mundo globalizado se da la competencia libre y el cliente escoge lo que más le satisface. En este contexto se impone la calidad total para asegurar la supervivencia y progreso de la empresa en base a la rentabilidad de sus procesos.

Sin embargo para que la empresa pueda competir exitosamente, los directores o gerentes no pueden dirigirla en forma rígida o dictatorial. Se impone el trabajo colaborativo y en equipo para planear, controlar y mejorar los diferentes procesos que se aplican.

En forma lógica y a través de los tiempos, la calidad ha evolucionado en cuatro etapas:

- Inspección o detección de errores
- Control estadístico de procesos o prevención de errores
- Aseguramiento de la calidad
- Administración estratégica de la calidad

El control estadístico lo creó Shewhart en los años 30 y marcó un hito en la evolución del concepto de calidad al introducir el concepto de prevención mediante el manejo del ciclo: control de planeación – control de procesos – mejoramiento de los procesos (manufactura o servicios).

En la fase de aseguramiento de la calidad Juran introduce al enfoque económico de la calidad al diferenciar los costos necesarios y los costos innecesarios de la calidad, con lo cual Feigenbaum propone la idea del control total de calidad, reconociendo el hecho de que la calidad requiere de la participación de todas las áreas de la empresa.

En los años sesenta, surge en EE.UU. y Japón la opinión de que la calidad no solo comporta aspectos administrativos sino que debe intervenir el factor humano con la cultura de la calidad haciendo las cosas bien desde la primera vez y el mejoramiento continuo de todos los procesos de la empresa.

Luego vino el proceso de consolidación de la administración por calidad total con el aporte valioso de una serie de técnicas tendientes a conseguir la calidad total: justo a tiempo, despliegue de la calidad, método Taguchi, benchmarking, reingeniería de procesos, etc., que todos ellos tienen relación entre sí, pero diferentes procedimientos, aunque no se ha solucionado todo pues deben adaptarse todas estas técnicas a las condiciones específicas de aplicación en las diferentes áreas y países donde se quiera implantar la calidad total.

Finalmente, en cuanto a la administración estratégica de la calidad total, se deberá tomar en cuenta la integración de conceptos de calidad total, con el objetivo principal de satisfacer las demandas de los usuarios. (Cantú, 2001)

Es preciso enfatizar en lo siguiente: si las empresas no están en sintonía con el mundo actual, no tienen posibilidades de éxito y su destino final más probable es su desaparición.

Otra de las características de la gente y de la empresa para tener éxito en este mundo cambiante es saber realmente dónde se está y conocer sus defectos y virtudes. Existen muchos tipos de obstáculos, pero quizá el más importante y el que está al alcance de cada persona, son las *creencias personales*, ya que algunas de ellas están por debajo del nivel consciente e implican que no somos capaces de alcanzar nuestra visión. Incluso existen creencias infundadas que a fuerza de repetirlas se convierten en verdades. Por desgracia esas malas creencias, son parte de la personalidad, y se llega a ellas a través de los años y por múltiples influencias del medio. *Si el pensamiento no se modifica, no hay cambio.* Cambiar el

pensamiento es difícil, pero es posible hacerlo siempre que se lo clarifique y enfoque hacia aquellas cosas que realmente se quiere para luego ponerlo en práctica de acuerdo a las prioridades establecidas. (Gutiérrez, 2005).

Hay mucho trabajo realizado sobre la búsqueda de conceptos y aplicaciones de la calidad total en organizaciones de todo el mundo; sin embargo ocho son los autores más reconocidos: Philip B. Crosby, Edward W. Deming, Joseph M. Juran, Armand B. Feigenbaum, Kaorú Ishikawa, Shigeru Mizuno, Shigeo Shingo y Genichi Taguchi.

La información que se puede recabar de su trabajo es muy extensa, pero se puede resumir en 25 conceptos, que a su vez se agrupan en ocho áreas: liderazgo, planeación estratégica, posicionamiento en el mercado, sistema humano, sistema operacional, control de proveedores, mejoramiento de la calidad y control de procesos.

Hay factores básicos que recomiendan estos maestros de la calidad: desarrollar una cultura de calidad, atender las necesidades del consumidor y tener control sobre los procesos.

Finalmente, para lograr competitividad con la incorporación de la calidad total, es preciso adaptar la teoría general a la situación particular, porque la cultura de calidad que existe en la empresa es factor clave para el éxito.

1.2.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE CALIDAD

A través del tiempo, el término calidad ha cambiado según su evolución histórica.

En la Tabla 1.2.1., se describe la evolución histórica del concepto de calidad.

Tabla 1.2.1. Evolución histórica del concepto de calidad

Etapa	Concepto	Objetivos
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del coste o esfuerzo necesario para ello.	Satisfacer al cliente. Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho. Crear un producto único.
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica producción con Calidad).	Satisfacer una gran demanda de bienes. Obtener beneficios.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (Eficacia + Plazo = Calidad)	Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
Posguerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera	Minimizar costos mediante la Calidad Satisfacer al cliente Ser competitivo
Postguerra (Resto del mundo)	Producir, cuanto más mejor	Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra
Control de Calidad	Técnicas de inspección en Producción para evitar la salida de bienes defectuosos.	Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	Satisfacer al cliente. Prevenir errores. Reducir costos. Ser competitivo.
Calidad Total	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	Satisfacer tanto al cliente externo como interno. Ser altamente competitivo. Mejora Continua.

(Instituto Aragonés de Fomento, 2009)

La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto sino que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

El movimiento de la calidad ha ido por tanto progresando de acuerdo a la experiencia y su reordenamiento es cada vez más ajustado a la realidad del mundo actual.

1.2.3. COMPETITIVIDAD Y MEJORA DE LA CALIDAD

La *competitividad* se entiende como la capacidad de una empresa de generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores. Se es más competitivo cuando se ofrece mejor calidad a bajo precio y con un buen servicio.

La *calidad* está dada por las características, atributos y tecnología del producto mismo, en tanto el precio es lo que el consumidor final paga por el bien y la calidad del servicio la determina la forma en que el cliente es atendido por la empresa.

De manera tradicional se creía que la calidad, el precio y el tiempo de entrega, eran objetivos antagónicos, en el sentido de que se podía mejorar cualquiera de los tres, sólo en detrimento de los otros dos. De hecho, en algunas organizaciones, se sigue actuando a partir de la creencia de que mejorar calidad implica necesariamente un precio más alto y un mayor tiempo de producción del bien o servicio. Sin embargo cada día hay más empresas en las que se sabe que la calidad y la mejora de los diversos procesos influye positivamente en los tres factores. (Gutiérrez, 2005)

1.2.4. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. De aquí nace el concepto de calidad que se lo puede expresar de diferentes maneras, pero que en pocas palabras se lo podría expresar como el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. La calidad es por tanto la satisfacción del cliente que está ligada a sus expectativas sobre el producto o servicio y nada más. Si hay un enfoque de la empresa hacia los clientes se puede afirmar que la calidad es la creación continua de valor para el cliente. (Gutiérrez, 2005)

1.2.5. COSTOS DE CALIDAD

Los costos de calidad son los costos totales asociados al sistema de gestión de calidad, y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad. En estos costos hay que considerar lo que cuesta mantener la calidad (costos de conformidad) y lo que cuesta no mantener la calidad (costos de no conformidad) para poder evaluar las ventajas del primer caso. (Gutiérrez, 2005)

1.2.6. CONCEPTOS DE CALIDAD

1.2.6.1. Calidad

La integración de las características que determinan en que grado un producto satisface las necesidades de su consumidor. (NTE INEN-ISO 9000:2001)

1.2.6.2. Calidad Total

Concepto introducido por el Doctor Feigenbaum. Abarca toda la organización e involucra la puesta en práctica de actividades orientadas hacia el cliente. (Cantú, 2001)

1.2.6.3. Calidad al consumidor

Conjunto de cualidades con las que cuenta un producto o un servicio, para ser de utilidad a quien se sirve de él. (Cantú, 2001)

1.2.6.4. Calidad de conformidad

Conjunto de características dadas a un producto durante su proceso de elaboración, y que deberán estar de acuerdo con lo especificado en su diseño. (Cantú, 2001)

1.2.6.5. Calidad de diseño

Conjunto de características que satisfacen las necesidades del consumidor potencial y que proporcionan al producto factibilidad tecnológica de fabricación. (Cantú, 2001)

1.3. GESTIÓN DE LA CALIDAD E ISO 9000:2000

1.3.1. ANTECEDENTES

En la guerra mundial en 1940 se necesitó más que nunca la normalización de los equipos usados para poder seguir utilizándolos sin tener que esperar su reposición completa. A pesar de haber empezado la normalización de equipos electrónicos en 1906, no se sintió con tanta urgencia como en la guerra la necesidad de tener piezas normalizadas.

En 1926 se fundó la ISA (*Internacional Federation of the Nacional Standardizing Associations*) que desarrolló un trabajo pionero en este campo, pero cuyas actividades finalizaron en 1942.

En 1946, delegados de 25 países se reunieron en Londres y decidieron crear una nueva organización con el objeto de “facilitar la coordinación internacional y la unificación de estándares industriales”. Le dieron el nombre de Organización Internacional de normalización (*Internacional Organization for Standardization*) y le asignaron las siglas ISO que es un prefijo griego que significa “igual”. La ISO inició oficialmente sus operaciones el 23 de Febrero de 1947 y en la actualidad es una red de Institutos nacionales de normalización de 148 países que tiene un miembro por país y un secretariado central que coordina el sistema y que tiene su sede en Ginebra, Suiza.

La ISO 9000 se ha convertido en un referente internacional para los requerimientos de la calidad. Al contrario de la mayoría de normas ISO, que son altamente específicas para un producto, material o proceso particular, la norma ISO 9000 surgió como un estándar para sistemas administrativos. (Gutiérrez, 2005)

1.3.2. SISTEMA DE CALIDAD

Es un conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos de la organización de una empresa, para llevar a cabo la gestión de su calidad. (Gutiérrez 2005)

1.3.2.1. Manuales de aseguramiento de la calidad y documentos operativos

La base de un Sistema de Calidad se compone de dos documentos, denominados Manuales de Aseguramiento de la Calidad, que definen por un lado el conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos genéricos que una organización establece para llevar a cabo la gestión de la calidad (Manual de Calidad), y por otro lado, la definición específica de todos los procedimientos que aseguren la calidad del producto final (Manual de Procedimientos).

El Manual de Calidad nos dice ¿Qué? y ¿Quién?, y el Manual de Procedimientos, ¿Cómo? y ¿Cuándo?

Dentro de la infraestructura del Sistema existe un tercer pilar que es el de los Documentos Operativos, conjunto de documentos que reflejan la actuación diaria de la empresa.

1.3.3. LAS NORMAS ISO 9000

Con el fin de estandarizar los Sistemas de Calidad de distintas empresas y sectores, y con algunos antecedentes en los sectores nuclear, militar y de automoción, en 1987 se publican las Normas ISO 9000, un conjunto de normas editadas y revisadas periódicamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre el Aseguramiento de la Calidad de los procesos. De este modo, se consolida a nivel

internacional el marco normativo de la gestión y Control de la calidad. (Gutiérrez, 2005)

1.3.3.1. La familia de normas ISO 9000:2000

El propósito de estas normas es apoyar a las organizaciones, de todo tipo y tamaño, en la implementación y operación de sistemas de gestión de la calidad eficaces. En estas normas se refleja lo que debe ser un sistema de administración de la calidad.

La familia de normas ISO 9000:2000 está conformado por:

1.3.3.1.1. Norma ISO 9000

Describe los fundamentos de los sistemas de la gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de la gestión de la calidad.

1.3.3.1.2. Norma ISO 9001

Especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad que se aplican a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes así como los reglamentarios que le sean de aplicación.

El objetivo último es aumentar la satisfacción del cliente, ya que esta norma aplica cuando se quiere certificar el sistema o para propósitos contractuales. Las normas ISO – 9000 e ISO – 9004 son necesarias para un mejor entendimiento y aplicación de la norma ISO – 9001.

1.3.3.1.3. La norma ISO – 9004

Proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad.

1.3.3.2. Principios de la gestión de la calidad

Estos principios son ocho y son la base de las normas ISO - 9000 e ISO 9004 (Gutiérrez, 2005)

1.3.3.2.1. Enfoque en el cliente

La norma señala explícitamente: “Las organizaciones dependen de sus clientes, y por lo tanto, deberían comprender las necesidades actuales y futuras de éstos, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas” El cliente no compra un producto o un servicio, “compra toda la empresa”

1.3.3.2.2. Liderazgo

De acuerdo a la norma: “Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en donde el personal se involucre totalmente en el logro de los objetivos de la organización”

1.3.3.2.3. Participación del personal

En este principio, la norma es contundente: “El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la misma”. Es evidente que esto será posible en la medida en que la gente, desde el ámbito de su responsabilidad se involucre y comprometa con el reto de mejorar la organización.

1.3.3.2.4. Enfoque basado en procesos

La norma ISO – 9000 dice que: “Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso”.

1.3.3.2.5. Enfoque de sistema para la gestión

La norma dice: “Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos”. Cuando una organización se gestiona como un sistema, se tiene claro que las relaciones causa – efecto en las organizaciones no son obvias, ni lineales y por lo general están distantes en el tiempo y el espacio.

1.3.3.2.6. Mejora continua

La norma señala: “La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta”. La *mejora continua* es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas y restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos, y estandarizando los

efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño. No hay ciclos de mejora sin la existencia previa y posterior de un período de control.

1.3.3.2.7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones

La norma establece: “Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información”

1.3.3.2.8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

En este último aspecto, la norma establece: “Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor”

1.4. NORMA ISO – 9001 Y NORMA ISO – 9004

1.4.1. GENERALIDADES. ISO 9001:2000

El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, productos suministrados, procesos empleados y tamaño y estructura de la organización.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en esta Norma Internacional son complementarios a los requisitos para los productos. Esta Norma Internacional puede utilizar partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentarios y los propios de la organización.

1.4.2. ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso.

Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

1.4.3. RELACIÓN CON LA NORMA ISO 9004

Las ediciones actuales de las Normas ISO 9001 e ISO 9004 se han desarrollado como un par coherente de normas para los sistemas de gestión de la calidad, las cuales han sido diseñadas para complementarse entre sí, pero que pueden utilizarse igualmente como documentos independientes. Aunque las dos normas tienen diferente objeto y campo de aplicación, tienen una estructura similar para facilitar su aplicación como un par coherente.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente.

1.4.4. COMPATIBILIDAD CON OTROS SISTEMAS DE GESTIÓN

Esta Norma Internacional se ha alineado con la Norma ISO 14001:1996, con la finalidad de aumentar la compatibilidad de las dos normas en beneficio de la comunidad de usuarios. Esta Norma Internacional no incluye requisitos específicos de otros sistemas de gestión, tales como aquellos particulares para la gestión ambiental, gestión de la seguridad y salud ocupacional, gestión financiera o gestión de riesgos. Sin embargo, esta Norma Internacional permite a una organización integrar o alinear su propio sistema de gestión de la calidad con requisitos de sistemas de gestión relacionados. Es posible para una organización adaptar su(s) sistema(s) de gestión existente(s) con la finalidad de establecer un sistema de gestión de la calidad que cumpla con los requisitos de esta Norma Internacional.

1.4.6. NORMA ISO 9004:2000

Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Internacional proporciona directrices que van más allá de los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001, con el fin de considerar tanto la eficacia como la eficiencia de un sistema de gestión de la calidad y por lo tanto el potencial de mejora del desempeño de la organización. Si se compara con la Norma ISO 9001, los objetivos relativos a la satisfacción del cliente y a la calidad del producto se extienden para incluir la satisfacción de las partes interesadas y el desempeño de la organización.

Esta Norma Internacional es aplicable a los procesos de la organización y por lo tanto se pueden difundir en la organización los principios de gestión de la calidad en los que está basada. El objetivo de esta Norma Internacional es la consecución de la mejora continua, medida a través de la satisfacción del cliente y de las demás partes interesadas.

Esta Norma Internacional está constituida por orientaciones y recomendaciones y no ha sido concebida para su uso, contractual, reglamentaria o en certificación ni tampoco como una guía para la implementación de la Norma ISO 9001.

1.5. NORMA ISO 17025: 2005

1.5.1. INTRODUCCIÓN

Los organismos de acreditación para laboratorios de ensayos y calibración usan esta norma internacional como base para su acreditación. La cláusula 4 especifica los requisitos para una gestión adecuada y la cláusula 5 los requisitos para competencia técnica de los ensayos y calibraciones que efectúen los laboratorios.

Los laboratorios de ensayo y calibración que cumplen con esta norma deben observar también la ISO 9001.

La norma establece los criterios con los cuales un laboratorio debe mantener un sistema de gestión de la calidad. No son simplemente los requerimientos estadísticos que proveen un determinado nivel de calidad lo que interesa, sino más bien la dinámica y el mejoramiento continuo del nivel de calidad en los laboratorios. (ASTM International, 2005)

1.5.2. REQUISITOS GENERALES

1.5.2.1. Alcance

Esta Norma Internacional especifica los requisitos generales de la competencia para efectuar ensayos y calibraciones, incluyendo muestreo. Cubre ensayos y calibración con métodos estandarizados, no estandarizados y desarrollados en laboratorio.

La acreditación oficial de un laboratorio es una combinación de lo que se denomina una acreditación general del laboratorio (gestión y organización) y el reconocimiento para la ejecución de uno o más operaciones específicas y/o ensayos (requerimientos técnicos). El punto 4 de la norma ISO/IEC 17025:2005 se relaciona con los requerimientos más importantes para el reconocimiento general del laboratorio, en relación con la gestión y organización del laboratorio. En cambio, en el capítulo 5, la

norma indica los requerimientos técnicos que son importantes en el reconocimiento del laboratorio para ensayos y operaciones específicas, y para generar resultados técnicamente validados. (ASTM International, 2005)

1.5.2.5. REQUISITOS TÉCNICOS

Hay muchos factores que determinan la confiabilidad de los ensayos y/o calibraciones realizados por el laboratorio que aplica esta norma. (ASTM International, 2005). Los más importantes son:

1.5.2.5.1. Factor humano

La gestión de laboratorio asegurará la competencia de todos los que operan un equipo específico. Para ello se tendrá una política y procedimientos que identifiquen las necesidades de entrenamiento de su personal que se lo hará efectivo y se lo evaluará adecuadamente. El laboratorio tendrá su propio personal. Sin embargo cuando deba contratar otro personal, éste será supervisado para que su trabajo esté de acuerdo a las normas y reglamentos del laboratorio. Obviamente existirá una descripción escrita de los trabajos para el personal administrativo, técnico y de apoyo.

1.5.2.5.2. Condiciones de localización y ambiente

Los requisitos técnicos para la localización y condiciones ambientales del laboratorio serán documentados. Se busca que los ensayos y calibraciones no sean influenciados por esos factores que serán monitoreados todo el tiempo.

1.5.2.5.3. Métodos de ensayos y calibración y métodos de validación

El laboratorio usará métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos y calibraciones incluyendo muestreo, manipulación, transporte, almacenaje y preparación de los ítems a ser ensayados o calibrados y cuando sea necesario, las medidas de incertidumbre y las expresiones estadísticas. Los métodos pueden ser estandarizados, no estandarizados o desarrollados en el laboratorio, los cuales tendrán sus propias exigencias.

1.5.2.5.4. Equipo

El laboratorio estará provisto de todos los ítems de muestreo, medida y equipo de ensayo para la correcta realización de los ensayos y/o calibraciones. Cuando se deba utilizar equipos de otros laboratorios, éstos deben también cumplir igualmente los requisitos de los equipos propios del laboratorio.

Los equipos deberán ser operados solo por personal autorizado y actualizado en su manejo y mantenimiento.

1.5.2.5.5. Medida de la trazabilidad

El laboratorio deberá tener un programa y procedimientos establecidos para la calibración de su equipo. Para los laboratorios de calibración, el programa de calibración de equipo deberá ser diseñado y operado como para asegurar que las calibraciones y medidas realizadas está de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Si es que existen ciertas calibraciones que no pueden ser comparadas con el SI se utilizarán otros parámetros confiables de comparación como el uso de material certificado y el uso de métodos específicos aceptados por las 2 partes.

1.5.2.5.6. Muestreo

El muestreo es la toma de una parte de sustancia, material o producto representativos del total para realizar los ensayos o calibraciones. El laboratorio debe tener plan y procedimientos de muestreo cuando se tenga que hacer muestreo de sustancias, materiales o productos para los ensayos o calibraciones subsecuentes. Los muestreos en lo posible, se harán basados en métodos estadísticos apropiados.

1.5.2.5.7. Manejo de los ítems de ensayos y calibración

El laboratorio deberá tener procedimientos para el transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención y/o ítems de calibración, incluyendo las provisiones necesarias para proteger la integridad de los ensayos o calibraciones y los intereses del laboratorio y del cliente.

1.5.2.5.8. Asegurando la calidad de los resultados de los ensayos y de la calibración

El laboratorio deberá tener procedimientos de control de calidad para monitorear la validez de los ensayos y calibraciones realizados y tendrán la documentación correspondiente, utilizando siempre que sea posible, técnicas estadísticas.

Los resultados serán reportados en forma exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente. ("Reporte de ensayo" o "Certificado de calibración"). Puede haber correcciones posteriores, pero siempre con las regulaciones de la norma.

1.6. MEJORAMIENTO DE PROCESOS

1.6.1. DEFINICIÓN DE PROCESO

No puede existir un producto o un servicio sin un proceso, así como no puede haber procesos que no den como resultado un producto o un servicio. Un proceso es por tanto, cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto o servicio a un cliente externo o interno.

Tradicionalmente se creía que la *calidad*, *precio* y *tiempo* de entrega eran objetivos antagónicos, en el sentido de que se podía mejorar cualquiera de los tres, sólo en detrimento de los otros dos. De hecho en algunas organizaciones se sigue actuando a partir de la creencia de que mejorar calidad implica necesariamente un precio más alto y un mayor tiempo de producción del bien o servicio. Sin embargo cada día hay más empresas en las que se sabe que la calidad y la mejora de los diversos procesos influye positivamente en los tres factores.

1.6.2. PROCESOS VS. ORGANIZACIONES VERTICALES

Generalmente las empresas grandes se organizan en grupos de operación vertical, con gente de conocimientos y experiencia similares capaces de llevar a cabo cualquier tarea dentro de esa actividad. Esto da como resultado una organización eficaz y eficiente como equipo y motivada en su trabajo. Sin embargo, muchos procesos no fluyen vertical sino horizontalmente. (Figura 1.6.1.)

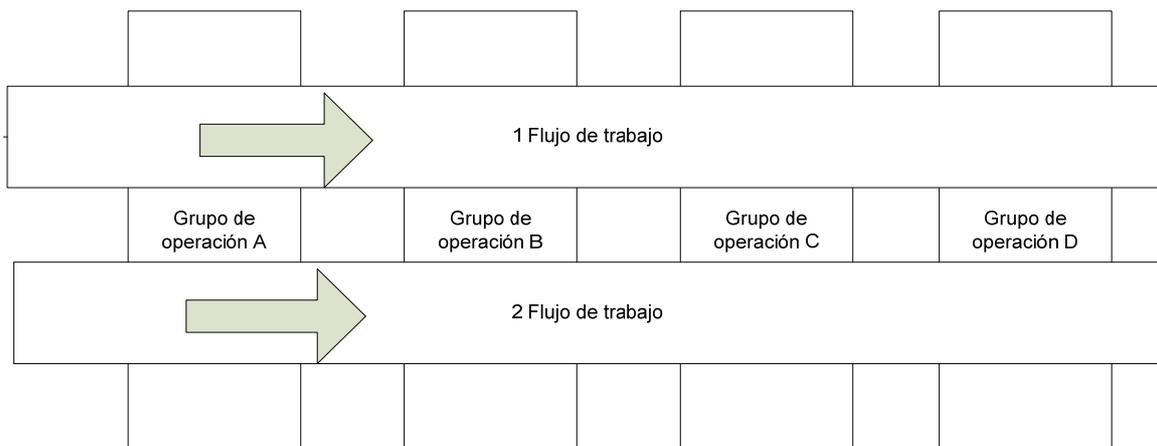


Figura 1.6.1. Flujo de trabajo horizontal *versus* organización vertical

(Harrington, 2001)

Un flujo de trabajo horizontal, combinado con una organización vertical, genera muchos vacíos y yuxtaposiciones, y estimula la sub optimización, lo que produce un impacto negativo sobre la eficiencia y efectividad del proceso.

Cuando no se observa la totalidad del proceso, lo que se tiene es un grupo de pequeñas empresas que se evalúan con base en objetivos que no están sintonizados con las necesidades totales de la compañía. Esto conduce a la sub optimización. A pesar de casos como éstos, una organización funcional tiene muchos beneficios y existe una estrategia disponible para aprovechar al máximo su efectividad, así como para garantizar que los procesos produzcan el máximo beneficio para la empresa. Esta estrategia se conoce como **mejoramiento de los procesos de la empresa (MPE)**

El MPE garantiza el uso efectivo y eficiente de los recursos: medios, personas, equipo, tiempo, capital e inventario. (Harrington, 2001)

1.6.3. MANEJO DE LOS PROCESOS

Existen organizaciones modernas donde muchos grupos individuales hacen una buena labor. Hacen su propio trabajo muy interesados en satisfacer o sobrepasar sus propios niveles, pero sin comprender ni preocuparse por aquella forma en la cual sus actividades afectan a otras personas que se encuentran en un nivel inferior del proceso. Se interesan solo en lo que están haciendo y en la forma cómo se les evalúa. Esta situación hace que se genere una sub optimización en el lugar del trabajo.

Los procesos bien definidos y bien administrados tienen algunas características comunes:

- Responsable del proceso.
- Límites bien definidos (alcance del proceso).
- Interacciones y responsabilidades internas bien definidas.
- Procedimientos documentados, obligaciones de trabajo y requisitos de entrenamiento.
- Controles de evaluación y retroalimentación cercanos al punto en el cual se ejecuta la actividad.
- Medidas de evaluación y objetivos que se relacionan con el cliente.
- Tiempos de ciclo conocidos.
- Procedimientos de cambio.
- Saben cuán buenos pueden llegar a ser.

Los procesos de mejoramiento requieren de tiempo. El cambio no se produce de la noche a la mañana. La mayor parte de los proyectos requieren meses de esfuerzo por parte de las personas que ya están demasiado ocupadas. Los miembros del Equipo de Mejoramiento de Proceso (EMP) trabajarán muy duro sobre todo al principio. La evaluación será permanente y mientras ésta se lleva a cabo, se tendrá necesidad de mantener los actuales procesos de la empresa. Algunas veces será

obligatorio realizar procesos de la empresa paralelos (antiguos vs. nuevos) para demostrar la efectividad del cambio propuesto. (Harrington, 2001)

El MPE no se producirá espontáneamente. Debe dirigirlo la alta gerencia: el Equipo Ejecutivo de Mejoramiento (EEM) que deberá involucrarse profundamente para establecer prioridades en los procesos de la empresa, señalando responsables del procesos y revisando los avances. Además con frecuencia se asigna un campeón del MPE que entienda el MPE y que pueda venderlo internamente a la organización. Se trata de un proceso de cambio importante y lógico, pero éste no se generará a menos que lo impulsen personas muy versadas en este tema. (Harrington, 2001)

1.6.4. MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA (MPE)

El MPE es una metodología sistemática que se ha desarrollado con el fin de ayudar a una organización a realizar avances significativos en la manera de dirigir sus procesos. También ofrece un sistema que le ayudará a simplificar y modernizar sus funciones y, al mismo tiempo, asegurará que sus clientes internos y externos reciban productos sorprendentemente buenos. (Harrington, 2001)

El MPE tiene 5 fases que se exponen a continuación.

1.6.4.1. Fase I. Organización para el mejoramiento

Objetivo: Asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso

Actividades:

1. Establecer el Equipo Ejecutivo de Mejoramiento EEM
2. Nombrar un campeón del Mejoramiento de los Procesos de la Empresa MPE
3. Suministrar entrenamiento a ejecutivos
4. Desarrollar un modelo de mejoramiento

5. Comunicar las metas a los empleados
6. Revisar la estrategia de la empresa y los requerimientos del cliente
7. Seleccionar los procesos críticos
8. Nombrar responsables del proceso
9. Seleccionar a los miembros del Equipo de Mejoramiento del Proceso EMP

1.6.4.2. Fase II: Comprensión del proceso

Objetivo: Comprender todas las dimensiones del actual proceso de la empresa

- Actividades:
1. Definir el alcance y misión del proceso
 2. Definir los límites del proceso
 3. Proporcionar entrenamiento al equipo
 4. Desarrollar una visión general del proceso
 5. Definir los medios de evaluación de clientes y empresa, y las expectativas del proceso
 6. Elaborar el diagrama de flujo del proceso
 7. Reunir los datos de costo, tiempo y valor
 8. Realizar los repasos del proceso
 9. Solucionar diferencias
 10. Actualizar la documentación del proceso

1.6.4.3. Fase III: Modernización

Objetivo: Mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso a la empresa

- Actividades:
1. Proporcionar entrenamiento al equipo

2. Identificar oportunidades de mejoramiento: errores y repetición del trabajo, alto costo, mala calidad, demoras prolongadas, acumulación
3. Eliminar la excesiva burocracia
4. Eliminar o al menos minimizar las actividades sin valor agregado
5. Simplificar el proceso
6. Reducir el tiempo del proceso
7. Eliminar los errores del proceso
8. Eficiencia en el uso de los equipos
9. Estandarización
10. Automatización
11. Documentar el proceso
12. Seleccionar a los empleados
13. Entrenar a los empleados

1.6.4.4. Fase IV: Mediciones y controles

Objetivo: Poner en práctica un sistema para controlar el proceso para un mejoramiento progresivo

- Actividades:
1. Desarrollar mediciones y objetivos del proceso
 2. Establecer un sistema de retroalimentación
 3. Realizar periódicamente la auditoría del proceso
 4. Establecer un sistema de costos de mala calidad

1.6.4.5. Fase V. Mejoramiento continuo

Objetivo; Poner en práctica un proceso de mejoramiento continuo

- Actividades:
1. Calificar el proceso
 2. Llevar a cabo revisiones periódicas de calificación
 3. Definir y eliminar los problemas del proceso
 4. Evaluar el impacto del cambio sobre la empresa y los clientes
 5. *Benchmarking* del proceso
 6. Suministrar entrenamiento avanzado al equipo

En la figura 1.6.2., se puede ver las cinco fases del mejoramiento de los procesos de la empresa (MPE)

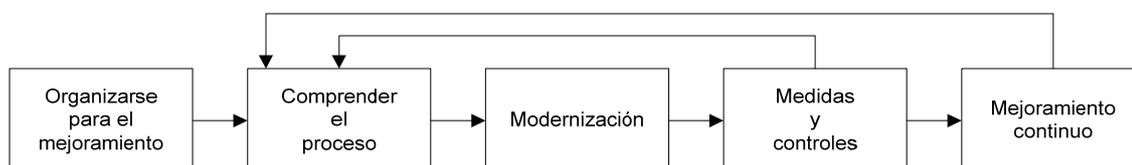


Figura 1.6.2. Las cinco fases del MPE

(Harrington 2001)

La mejora de un proceso implica una serie de actividades ordenadas que constituyen en sí mismas un proceso y cuyas fases principales están contenidas en la figura 1.6.3., En ella se puede observar la presencia de un subproceso (A) que no es otro que el correspondiente al de la mejora continua.

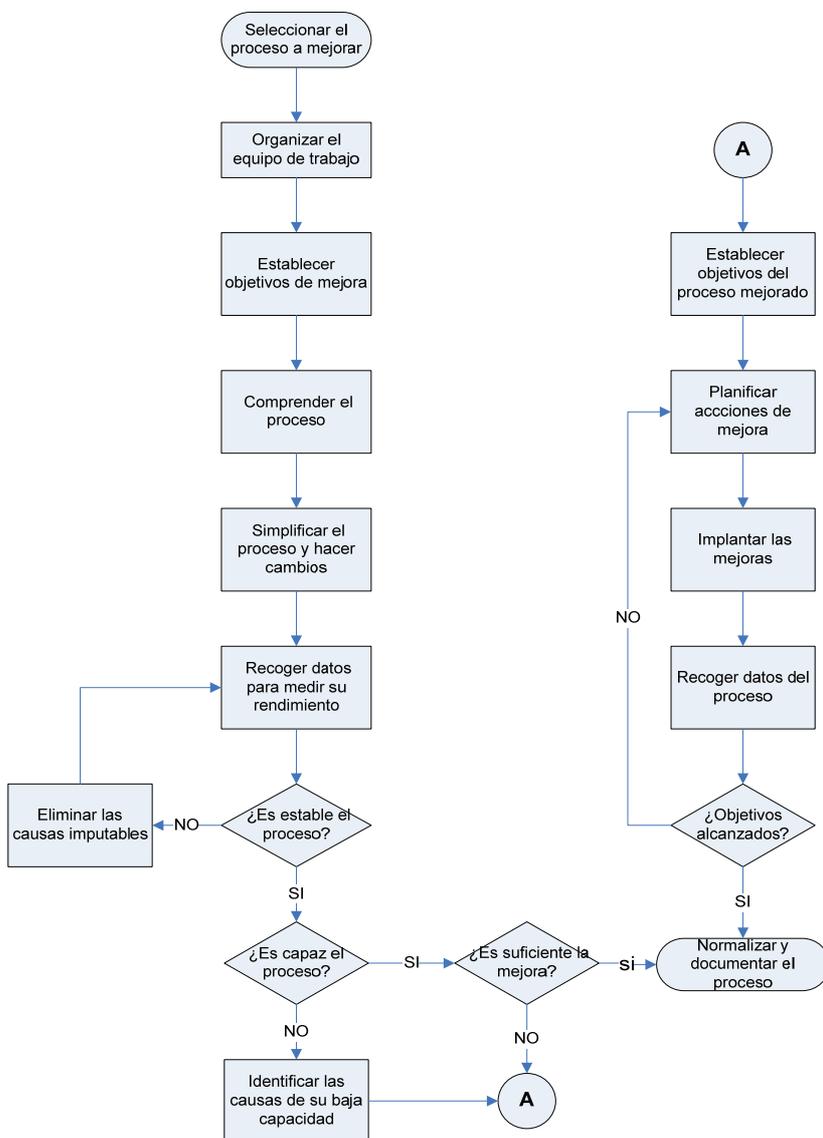


Figura 1.6.3. Mejoramiento de un proceso
(Harrington 2001)

1.7. SISTEMA SEIS SIGMA

1.7.1. DEFINICIÓN

Seis Sigma (SS) es un sistema flexible para mejorar la dirección y el rendimiento empresarial. Seis Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Una **métrica** porque representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación, una **filosofía de trabajo** porque significa un mejoramiento continuo de procesos y productos apoyado en la aplicación de la metodología Seis Sigma, que incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas y otras de apoyo, y una **meta** porque significa tener estadísticamente un nivel de clase mundial (3.4 errores en un millón de oportunidades) (Escalante, 2003).

El término “Seis Sigma” hace referencia al objetivo de reducir los defectos hasta casi cero. Sigma es la letra griega que los estadísticos usan para representar la desviación estándar de una población”. Sigma o desviación estándar, dice cuánta variabilidad hay en un grupo de elementos (“la población”). Cuanta más variación haya, mayor será la desviación estándar. En términos estadísticos por tanto, el propósito de Seis Sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de sus productos o servicios cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes. Siempre habrá alguna variación en el proceso: lo realmente importante es si esa variación hace que sus productos o servicios incumplan, por exceso o por defecto, los requisitos de sus clientes. Cualquier cosa que no cumple los requisitos de cliente se denomina **defecto** (Pande, 2004).

Existen sencillas tablas que permitirán convertir el rendimiento en niveles Sigma.

Otra aproximación para definir el nivel Sigma consiste en calcular *cuántos defectos se obtienen en comparación con el número de oportunidades que existen en el producto o servicio de hacer las cosas mal*. El resultado de este cálculo se conoce como **defectos por millón de oportunidades** (DPMO) y es otra manera de obtener el nivel Sigma o rendimiento de un proceso (Pande 2004).

Las empresas Seis Sigma utilizan abreviaturas para describir algunos de los conceptos clave que se obtienen al analizar los sistemas de negocio realimentados. Por ejemplo, "X" es la abreviatura para designar la causa de un problema o una de las muchas variables que afectan a un proceso de negocio; "Y" es una salida o resultado del proceso. Identificar y medir estas Xs y Ys críticas son tareas básicas para las organizaciones (Pande 2004).

1.7.2. PRINCIPIOS Y FASES DEL SISTEMA

Para comprender la metodología del Seis Sigma, conviene primero conocer los principios que constituyen la fuerza para lograr los resultados esperados dentro del sistema Seis Sigma (Pande 2002).

1.7.2.1. Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo

Significa que Seis Sigma es una estrategia que va desde los niveles más altos de la dirección de la organización hacia todos los niveles inferiores. Si esto no existe, esta estrategia se convertirá probablemente solo en un intento más de mejora.

1.7.2.2. Seis Sigma es una iniciativa de tiempo completo

Seis Sigma no es una actividad marginal y complementaria, sino que exige un liderazgo para establecer objetivos de calidad, monitorear el progreso del

cumplimiento de estos objetivos, seleccionar los proyectos Seis Sigma y supervisar el entrenamiento a los equipos de proyectos.

1.7.2.3. Seis Sigma debe estar orientada al cliente y enfocada en los procesos

Hay que revisar críticamente los procesos de la organización y a partir de aquí establecer prioridades y trabajar para desarrollar nuevos conceptos, procesos, productos y servicios que no solo atiendan, sino excedan las expectativas de los clientes.

1.7.2.4. Seis Sigma se dirige con datos

Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos en la estrategia SS, ya que los datos son necesarios para identificar las Variables Críticas de la Calidad (VCC) y los procesos o áreas a ser mejorados.

1.7.2.5. Seis Sigma se apoya en una metodología robusta

Los datos por si solos no resuelven los problemas y por ello es necesaria una metodología. En Seis Sigma los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: **D**efinir, **M**edir, **A**nalizar, **M**ejorar y **C**ontrolar (DMAMC)

1.7.2.5.1. Definir el proyecto (D)

En esta fase se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto Seis Sigma. Por ello será fundamental identificar las variables críticas para la calidad (VCC), esbozar metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema y los beneficios potenciales que se esperan del proyecto.

1.7.2.5.2. Medir la situación actual (M)

En esta segunda etapa se miden las VCC del producto o servicio (variables de salida, las Y's) . En particular se verifica que pueden medirse en forma consistente; se mide la situación actual (baseline) en cuanto al desempeño y rendimiento del proceso; y se establecen las metas para las VCC.

1.7.2.5.3. Analizar las causas raíz (A)

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema o situación (identificar las X's vitales) entender como éstas generan el problema y confirmar las causas con datos.

1.7.2.5.4. Mejorar las VCC (M)

En esta cuarta etapa, se tiene que evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas raíz, asegurándose que se reducen los efectos (la variabilidad)

1.7.2.5.5. Controlar para mantener la mejora (C)

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X's vitales) y se cierra el proyecto.

1.7.3. APLICACIÓN DE SEIS SIGMA A SERVICIOS

Es importante recordar que tanto operaciones de servicios como de fabricación pueden beneficiarse del método Seis Sigma. *Procesos y empresas de servicios* son partes de la empresa que no están implicadas directamente en el diseño o producción de productos tangibles, por ej., ventas, finanzas, marketing, compras,

soporte a clientes, logística o recursos humanos, servicios de análisis, consultoría, etc. *Procesos de fabricación* se entiende aquellas actividades relacionadas con el desarrollo y producción de artículos tangibles.

Curiosamente la actividad de servicios se puede beneficiar más del método Seis Sigma que la actividad de manufactura por las siguientes razones:

1. *Son procesos invisibles.* En las fábricas se puede ver, tocar e incluso seguir el trabajo sobre un producto a través de todo el proceso. Al contrario, en los procesos de servicio es mucho más difícil seguir con la vista: información, propuestas, pedidos, resultados, diseño, ideas. Dado que los procesos no son tangibles, la gente que lleva a cabo estas funciones suele creer que no tiene un proceso, y lo que sucede es que está tan cerca de los procesos que le resulta difícil reconocerlos. Es útil entonces que la gente “descubra” sus procesos.
2. *La evolución de flujos de trabajo y procedimientos es más sencilla.* Cuando hay un cambio en un proceso de producción, se originan diversos trabajos: las cosas se cambian de sitio, las materias primas se envían a otras direcciones, las herramientas y los procedimientos se modifican. Fuera de la fabricación sin embargo, es posible cambiar el proceso rápidamente, sobre todo si es una modificación simple y no afecta demasiado a los hábitos de la gente. Se pueden cambiar las responsabilidades, revisar los formularios, añadir nuevas etapas, alterar las líneas maestras, etc., sin inversión alguna de capital ni discusiones complicadas. Muchos cambios surgen de personas, incluso de decisiones tomadas en un momento, con ramificaciones que pueden ser pequeñas. Sin embargo, si se suma todos los cambios y elecciones de cada uno, el impacto general puede ser enorme.

3. *La falta de hechos y de datos ayuda a comprender el proceso.* No resulta sorprendente entonces que la dura realidad del rendimiento de los procesos de servicios sea con frecuencia difícil de observar. Los datos existentes se enfocan de forma puntual, anecdótica y/o subjetiva. La naturaleza de estos procesos los hacen intrínsecamente más difíciles de medir, aunque se puede hacer y bien, una vez que el proceso en sí empieza a ser mejor comprendido.
4. *Falta un “comienzo”.* La inmensa mayoría de actividades de servicios no han intentado los potentes métodos de medida y mejora de procesos. Esto significa que hay mucho por hacer. Se tendrá que adaptar los métodos Seis Sigma a las condiciones especiales de un entorno de servicios (Pande 2002)

1.7.3.1. El funcionamiento de Seis Sigma en servicios

Sugerencia N° 1: iniciar el proceso.

En la mayoría de las organizaciones de servicios, empezar a investigar los procesos es como encender las luces. A medida que la gente descubre lo que realmente está sucediendo, puede empezar a reconocer los procesos de servicios.

Sugerencia N° 2: especificar el problema.

Cuando se enciende una luz sobre los procesos de servicio, hace falta un tiempo para que el grupo vea y comprenda las cuestiones que le rodean y la única forma de conseguir una perspectiva clara es detallando los procesos y las necesidades de los clientes, así como los asuntos que los afectan. Mientras tanto una visión borrosa y una gran impaciencia por “arreglar este lugar”, puede llevar a proyectos o iniciativas de mejora que todavía no estén bien definidos. Puede darse la tentación de abordar asuntos importantes o de poner en marcha simultáneamente docenas de pequeños proyectos, que puede generar altos niveles de frustración y dañar por tanto la credibilidad.

Sugerencia N° 3: utilizar adecuadamente los hechos y los datos para reducir la ambigüedad.

Las especificaciones de los productos en la fabricación suele hacerse con gran precisión, literalmente en milisegundos o en micras, mientras que en servicios suele ser imprecisa, si es que existe. Esto significa que cuando se empieza a aportar luz sobre los procesos y los clientes en el entorno de servicios, una de las mayores prioridades ha de ser convertir la ambigüedad en claridad, en lo que respecta a las medidas y los factores de rendimiento de sus operaciones.

Sugerencia N° 4: no exagerar el énfasis en la estadística

No es necesario abrumar a la gente con dura estadística, sobre todo si los datos que se tienen a disposición no son adecuados para un análisis avanzado. Mucho de los problemas de un entorno de servicios, especialmente en las primeras etapas de los trabajos Seis Sigma, se pueden resolver con excelentes resultados utilizando solo ocasionalmente estadística avanzada. El momento lo es todo.

1.7.4. SEIS SIGMA FRENTE A LA CALIDAD TOTAL**¿Por qué Seis Sigma tiene éxito donde “falló” la Calidad Total**

Los métodos de mejoramiento de las empresas han sido ya conocidos y practicados desde hace mucho tiempo y hay que reconocer por ejemplo que el método de la Calidad Total tuvo su apogeo y generó muy buenos resultados. Sin embargo el sistema Seis Sigma revela un potencial de éxito que va más allá de los niveles de mejora logrados con muchos de los esfuerzos de la Gestión de la Calidad Total (TQM o Total Quality Management). Los programas de calidad fueron víctimas de errores que dañaron tanto a sus resultados como a la reputación de la Calidad Total, errores que fácilmente podrían repetir las empresas que ahora están probando Seis Sigma. Si la Calidad Total (TQM) ha dejado tras de sí un legado positivo, todavía se mantiene con vida en muchas organizaciones y ha proporcionado el ímpetu para la creación del sistema Seis Sigma. La Calidad Total sin embargo tiene algunas “fallas”

que la gente que ha trabajado con ella se resiste a aceptarlas. Seis Sigma realmente tiene algo nuevo y superior que ofrecer y conviene analizar aunque brevemente, en la Tabla 1.7.1., algunos de estos aspectos que son los que pueden ayudar a definir los caminos del mejoramiento (Pande 2002).

Tabla 1.7.1. Calidad total VS. Seis Sigma

Falla de la CT: falta de integración	Solución Seis Sigma: vínculos con el negocio y el personal de base
<p>La calidad era una actividad “colateral” separada de los asuntos principales de la estrategia de la compañía. Se incluía un “comité de calidad” formado por delegados en vez de por gente del equipo directivo.</p> <p>Otra deficiencia en la integración surgía cuando los mandos intermedios de la empresa quedaban fuera del proceso de decisión y la autoridad para resolver los problemas se entregaba a equipos sobre los que no existía control oficial.</p> <p>También fallaba la integración cuando a pesar de la expresión “Calidad Total”, el trabajo se limitaba solo a funciones de producción y fabricación</p>	<p>Las organizaciones Seis Sigma han puesto en acción la gestión, la mejora y la medida de procesos, como parte de las responsabilidades diarias, especialmente de sus directores de operaciones</p>
Falla de la CT: apatía de liderazgo	Solución Seis Sigma: liderazgo en vanguardia
<p>En cada esfuerzo que la CT ha llevado cabo, los líderes se comprometían activamente a dirigir el proceso. Con mayor frecuencia sin embargo ha sido aparente el escepticismo de la alta dirección o bien ha resultado débil su voluntad para llevar a cabo las ideas de calidad. En esas organizaciones la calidad fue algo “temporal” y cuando los líderes que la iniciaron abandonaron la compañía, quedó demostrado que la calidad había sido algo pasajero.</p>	<p>Seis Sigma es sinónimo de reinención constante en la empresa. La señal que denota que un departamento o empresa está madura para adoptar Seis Sigma se produce cuando su alta dirección ha decidido que el cambio es esencial para un éxito continuado (dando por descontado la supervivencia)</p>
Falla de la CT: un concepto difuso	Solución Seis Sigma: un mensaje simple, consistentemente repetido
<p>La confusión de la CT empezó con la palabra <i>calidad</i> en sí misma. Es un término conocido con muchas sombras en su significado. En muchas empresas, calidad era un departamento existente con responsabilidades específicas para “control de calidad” o “aseguramiento de la calidad” cuya disciplina tendía a centrarse más en estabilizar que en mejorar los procesos. La idea global de las “filosofías” de calidad hizo también que se viera el concepto global como algo misterioso. La gravedad de la CT se agravó cuando a medida que emergieron nuevos métodos como el certificado ISO 9000 o la reingeniería, no se integraron en los esfuerzos de calidad existentes.</p>	<p>El Seis Sigma también puede tener algunas de las dificultades como las que tiene la Gestión de la Calidad Total. Después de todo, las palabras Seis Sigma, no describen perfectamente lo que este sistema representa que en realidad se puede expresar en la forma siguiente: “Seis Sigma es un sistema empresarial para lograr y mantener el éxito por medio de la orientación al cliente, la gestión por procesos y la mejora de procesos, así como la utilización inteligente de los hechos y de los datos”. Clara, precisa y específica.</p>

Tabla 1.7.1. Calidad total VS. Seis Sigma (continuación)	
Falla de la CT: un objetivo poco claro	Solución Seis Sigma: definición de un objetivo ambicioso que tenga sentido
Los métodos de calidad que se enseñaban en los ochenta y en los noventa no favorecían la realidad de los diversos y cambiantes requisitos del cliente. Sin herramientas para comprender esas necesidades, la CT se convirtió en un sistema de “bucle abierto” en el que la compañía podía satisfacer las necesidades de hoy, pero no estaba lista para las de mañana.	El eje central de Seis Sigma es un objetivo claro. Ya se exprese el objetivo en rendimiento (99,9997 % de perfección), en Defectos por Millón de Oportunidades (3,4 DPMO) o Sigma (6 Sigma), la gente implicada en las iniciativas Seis Sigma puede ver crecer sus resultados, y pueden también equipararlos a impactos económicos. Aunque el objetivo puede cambiar con el tiempo, el sistema Seis Sigma “en bucle cerrado” ayuda a la organización a ajustarlo.
Falla de la CT: actitudes puristas y fanatismo técnico	Solución Seis Sigma: adaptación de herramientas y del grado de rigor a las circunstancias
Uno de los efectos más frustrantes de los “conocimientos técnicos” de la CT fue la creación de lo que se podía llamar “policía de la calidad”: personas que insistían en hacer las cosas de cierta manera (solamente)	Hay muchos “métodos Seis Sigma”. La actitud más sana a adoptar es: “vamos a utilizar las herramientas y métodos que den resultados con la mayor simplicidad”
Falla de la CT: fracaso en hacer caer las barreras internas	Solución Seis Sigma: prioridad a la gestión por procesos interfuncionales
Cuando la CT se hallaba en sus días de esplendor, seguía siendo una actividad “departamentalizada”. Eso no es del todo malo, puesto que hay clientes departamentales y departamentos que tienen procesos que se pueden medir y mejorar. Pero la mayoría de las conversaciones en torno a la “Calidad Total” (que aglutinaba un proceso que abarcaba a la organización completa) se quedaban en charlas. Los proyectos de mejora se llevaban a cabo de forma aislada: Ingeniería tenía sus proyectos al igual que Finanzas, Fabricación o Recursos Humanos.	Los practicantes más iluminados, de Seis Sigma ponen la destrucción de “silos” (barreras interdepartamentales) cerca del número de su lista de prioridad. Elimina la duplicidad de los trabajos creados por desconexiones y mala comunicación. Pero aún así, el éxito de Seis Sigma para echar abajo las barreras de la organización se ve a largo plazo.
Falla de la CT: cambio incremental frente a cambio exponencial	Solución Seis Sigma: cambio incremental exponencial
La Gestión de la CT suele poner el énfasis en que los cambios han de llevar abundancia de pequeñas mejoras. Los abogados de la CT tacharon a la reingeniería de arma de doble filo que estaba devastando a las empresas, mientras que los partidarios de la reingeniería ridiculizaron a los de la CT tratándoles de “poca cosa”	Una de las mayores oportunidades de Seis Sigma es empezar por reconocer que tanto las pequeñas mejoras como las grandes son una parte esencial de la supervivencia y del éxito de la empresa del siglo XXI
Falla de la CT: formación ineficaz	Solución Seis Sigma: Black Belts, Green Belts y Master Black Belts
De ningún modo fue siempre ineficaz la formación en gestión de la CT, pero tendió a ser “superficial” y a centrarse mucho más en las herramientas de aprendizaje que en proporcionar un contexto claro acerca de cómo hacer que las mejoras funcionen. Como resultado, la gente conoció las herramientas, pero no cuándo y cómo es mejor aplicarlas. La	Las empresas Seis Sigma están definiendo estándares muy estrictos de formación y los están respaldando con las inversiones necesarias en tiempo y dinero para ayudar al personal a cumplirlos

<p>Tabla 1.7.1. Calidad total VS. Seis Sigma (continuación)</p> <p>formación en CT puso énfasis en los proyectos (sin aplicación práctica), y, por tanto, la gente no los encontró relevantes para las responsabilidades de cada día.</p>	
<p>Falla de la CT: enfoque a la calidad del producto</p>	<p>Solución Seis Sigma: atención a todos los procesos de la empresa</p>
<p>A pesar de la palabra “total” muchos esfuerzos de calidad se concentraron en los procesos de producción o fabricación, pero no en los servicios, logística, marketing u otras áreas igualmente críticas</p>	<p>Seis Sigma tiene un filosofía holística frente a los procesos de producción de la empresa</p>

(Pande 2002)

1.7.5. PUESTA EN MARCHA Y ADAPTACIÓN DE SEIS SIGMA

Embarcarse en una iniciativa Seis Sigma empieza por una decisión de *cambio*, específicamente para aprender o adoptar métodos que mejoren el rendimiento de la organización. Un primer paso consiste en una revisión general de las condiciones de la empresa al día de hoy y de sus perspectivas de futuro tanto a corto como a largo plazo. Los problemas existentes aumentan el valor potencial del esfuerzo Seis Sigma. Es preciso revisar los sistemas y capacidades de cambio y mejora.

Será juicioso elegir el proceso o los procesos críticos que sean factibles de realización.

El factor tiempo, de hecho, es el factor que más influye en la mayoría del esfuerzo de puesta en marcha de Seis Sigma.

Con independencia de la escala o alcance de la puesta en marcha del esfuerzo Seis Sigma, un componente esencial del mismo ha de ser una “estrategia de prueba piloto”. La implantación de cada esfuerzo Seis Sigma va acompañado de problemas y sorpresas. Sin embargo, una prueba piloto permite minimizar las dificultades que surgen y aprender de ellas. Si no se tiene la seguridad de que Seis Sigma va a ser efectivo en la empresa, la prueba piloto es la mejor manera de verificar el método general. El asunto más importante de la prueba debe ser el logro de *resultados* a

partir del esfuerzo Seis Sigma y la estrategia empieza por la *actitud* con la que se va a manejar los problemas y a adoptar métodos de “mejora continua” para el esfuerzo Seis Sigma” (Pande 2002).

1.7.6. PREPARACIÓN DEL PERSONAL

Existe una estructura de personal en varios niveles que facilita la realización exitosa de los proyectos Seis Sigma (Pande 2002).

1.7.6.1. El grupo responsable o consejo

Si hay que cumplir varias responsabilidades de liderazgo para Seis sigma, los ejecutivos deben tener un foro para discutir, planificar, guiar y aprender de la iniciativa. En la mayoría de las organizaciones ese “equipo responsable seis Sigma” o “consejo de calidad”, es el mismo grupo que el equipo de alta dirección existente, que es el ideal. La frecuencia con que se reúnan los grupos responsables en su rol de consejo, tendrá gran influencia en el funcionamiento de la iniciativa en general. Una vez al mes, por ejemplo, es una programación común y puede ser suficiente.

1.7.6.2. El “patrocinador” o *Champion*

Es el director que “supervisa” un proyecto de mejora. Es una responsabilidad muy importante que puede requerir un equilibrio delicado. Los equipos necesitan libertad para tomar sus propias decisiones, pero también precisan orientación de los directivos de la empresa acerca de la dirección de sus esfuerzos.

1.7.6.3. El responsable de la implantación

El talento y la energía necesarios para este rol “administrativo” pueden ser enormes. Con frecuencia esta persona es más generalista que experta en Seis Sigma y el

responsable de la puesta en marcha puede tener un mayor impacto sobre el éxito general que cualquier otra persona.

1.7.6.4. El consultor de Seis Sigma

El “consultor” proporciona asesoría experta y asistencia a los propietarios de los procesos y a los equipos de mejora Seis Sigma en muchas áreas que van desde la satisfacción hasta la gestión del cambio de la estrategia de diseño de procesos

1.7.6.5. El “jefe de equipo” o “jefe de proyecto”

Es una persona que asume la responsabilidad principal del trabajo y de los resultados de un proyecto Seis Sigma.

1.7.6.6. El miembro de equipo

La mayoría de las organizaciones utilizan “equipos” como vehículo para impulsar sus esfuerzos de mejora. Los miembros del equipo proporcionan ideas y “músculo” extra para las medidas, el análisis y la mejora de un proceso.

1.7.6.7. El propietario del proceso

Es la persona que asume una nueva responsabilidad interfuncional para gestionar un conjunto completo de etapas., que proporcionan valor a un cliente interno o externo. Recibe “entregas” de los equipos de mejora o se convierte en el propietario de los procesos nuevos o recién diseñados. El patrocinador y el propietario del proceso pueden ser la misma persona.

1.7.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS CLAVE Y DE LOS CLIENTES PRINCIPALES (Etapa 1).

Las tres actividades asociadas con la identificación de los procesos clave y de los clientes principales están graficadas en la Tabla 1.7.2.

Tabla 1.7.2. El Mapa de Seis Sigma, etapa 1 y subetapas

	(a) Identificar los procesos “clave” del negocio
(1) IDENTIFICAR LOS PROCESOS CLAVE Y LOS CLIENTES PRINCIPALES	(b) Definir los resultados del proceso y sus clientes principales
	(c) Crear mapas de alto nivel del proceso clave

(Pande 2002)

1.7.7.1. Identificar los procesos “clave” de la empresa

Hay algunos conceptos que subyacen tras el proceso clave:

El trabajo como un proceso.

Se debe tomar en cuenta que siempre hay en todo proceso una entrada “input” y una salida “output” que añaden valor al mismo. Los procesos de trabajo han seguido funcionando, pero el foco principal de la dirección es “nuestra” función. En otras palabras existe interfuncionalidad entre las diferentes actividades de la empresa.

La gestión interfuncional

La frustración ante las estructuras funcionales y jerárquicas no es nada nuevo. En todas partes existen “feudos” y burocracias que socavan las buenas decisiones y hacen perder capacidad de respuesta. El solo hecho de formar un equipo no es suficiente para eliminar las actitudes y estructuras que crearon las barreras. A medida que las empresas empezaron a comprender la diferencia entre un proceso y

un departamento y a trazar mapas de los procesos *a través* de las fronteras funcionales, es cuando ha aparecido la auténtica clave de la colaboración interfuncional.

La “cadena de valor”

Mostrar como un trabajo pasa por varios departamentos es muy buen paso; pero para que se revele como un modelo de gestión verdaderamente potente, debe demostrar un claro beneficio estratégico. La “cadena de valor” es un método de representar una organización como un “conjunto de actividades que funcionan para diseñar, vender, entregar y dar soporte a los productos”. En definitiva, los procesos que generan productos y servicios a los clientes son “principales” y los demás son “secundarios”.

1.7.7.2. Definir los resultados más importantes de estos procesos clave y los clientes principales a los que sirven.

El reto aquí es evitar introducir demasiados elementos o productos en la categoría de “resultados” (salidas). No es obligatorio que los resultados del proceso clave tengan que entregarse a clientes externos que pagan. Pueden también ser procesos que tienen salidas intangibles. El “cliente” principal de este proceso clave puede ser el *siguiente* proceso clave.

1.7.7.3. Crear un mapa de alto nivel de los procesos clave o estratégicos

La última etapa para armar el puzzle o rompecabezas del mapa del proceso es identificar las actividades principales que constituyen cada proceso clave.

El modelo de proceso “SIPOC”

Un diagrama SIPOC es una de las técnicas más útiles y más utilizadas en la gestión y mejora de procesos. Se emplea para presentar una perspectiva de “un

vistazo” de los flujos de trabajo. El nombre se origina de los cinco elementos del diagrama. (Es el acrónimo inglés de *Supplier, Input, Process, Output, Client.*).

Supplier, (Proveedor), es la persona o grupo que suministra información, materiales u otros recursos para el proceso.

Input, (Entrada), “lo” suministrado.

Process, (Proceso) el conjunto de etapas que transforman y que, idealmente, añaden valor al resultado.

Output, (Resultado o Salida), el producto final del proceso.

Client, (Cliente), la persona, grupo o proceso que recibe el resultado.

Beneficios del SIPOC

Muestra un conjunto interfuncional de actividades en un solo diagrama sencillo.

Utiliza un marco de trabajo aplicable a procesos de todo tamaño, incluso a una organización completa.

Ayuda a mantener una perspectiva de “imagen global” a la que se pueden añadir detalles.

1.7.8. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES (Etapa 2)

Comprender lo que realmente quieren los clientes, así como los cambios de sus necesidades, requisitos y actitudes que se producen en el tiempo, requiere una

combinación de disciplina, persistencia, creatividad, sensibilidad, ciencia y, en ocasiones, suerte (Pande 2002).

Definir las necesidades de los clientes tiene varias etapas como se puede ver en la Tabla 1.7.3.

Tabla 1.7.3. El Mapa de Seis Sigma, etapa 2 y sub etapas

	a) Reunir los datos del cliente y desarrollar una estrategia de “Voz del Cliente”
(2) DEFINIR LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES	b) Desarrollar estándares de rendimiento y definición de requisitos
	(c) Analizar y dar prioridad a las necesidades del cliente; evaluarlas según la estrategia del negocio

(Pande 2002)

1.7.8.1. Reunir los datos del cliente y desarrollar una estrategia de “Voz del Cliente”

Para ello se necesita un esfuerzo continuado, la definición clara de los clientes y la prevención de malas experiencias con ellos. Es preciso utilizar todas las técnicas modernas para poder escuchar más eficientemente la “Voz del Cliente”. Los datos de la voz del cliente son válidos solamente cuando se los analiza y se actúa en consecuencia.

1.7.8.2. Desarrollar estándares de rendimiento y definición de requisitos

Tipos de requisito: resultado y servicio

Los requisitos de resultados son las funciones y/o características de producto final o servicio entregado al cliente al *final* del proceso.

Los requisitos de servicio son las líneas maestras para tratar o servir al cliente durante la ejecución del proceso en sí.

1.7.8.3. Analizar y dar prioridad a las necesidades del cliente; evaluarlas según la estrategia del negocio.

Los requisitos del cliente no se crean de igual forma, ni todos los clientes reaccionan de igual manera a un defecto. Hay que clasificar y priorizar los estándares de rendimiento, así como los impactos sobre la satisfacción del cliente.

1.7.9. MEDIDA DEL RENDIMIENTO ACTUAL (Etapa 3)

Lo importante es obtener datos válidos que se puedan utilizar para planificar y seguir el esfuerzo de mejora Seis Sigma. La medición es probablemente la mayor “inversión” que cualquier organización puede hacer en su iniciativa Seis Sigma.

En la Tabla 1.7.4. se puede ver el mapa de Seis Sigma, etapa 3 y sub etapas

Tabla 1.7.4. El mapa de Seis Sigma, etapa 3 y subetapas

	a) Planificar y medir el rendimiento frente a los requisitos del cliente
(3) MEDIR EL RENDIMIENTO ACTUAL	
	b) Desarrollar medidas básicas de defectos e identificar las oportunidades de mejora

(Pande 2002)

El requisito número 1 de la medición es la habilidad para “observar” y las medidas pueden ser continuas o discretas. Las medidas necesitan recursos, atención y energía, y eso significa que no conviene realizarlas si no *es preciso*. El proceso de medición tiene algunas etapas como se puede ver en la Tabla 1.7.5.

Tabla 1.7.5. Modelo de implantación de toma de datos en cinco etapas

Seleccionar lo que quiere medir
Desarrollar definiciones operativas
Identificar las fuentes de datos
Preparar el plan de recogida y muestreo
Implantar y perfeccionar las medidas

(Pande 2002)

1.7.10. MEJORA DE PROCESOS MEDIANTE SEIS SIGMA (Etapa 4A)

A partir de este momento en realidad se pone en marcha el Proceso Seis Sigma. Como se puede ver en la Tabla 1.7.6.

Ningún equipo ni proyecto es realmente “típico”, ***cada uno es exclusivo y supone retos especiales.***

Tabla 1.7.6. El Mapa Seis Sigma, etapas 4A y 4B

		Seleccionar los proyectos de mejora y desarrollar su misión	
(4) dar prioridad, analizar e implantar mejoras			
	a) Analizar, desarrollar e implantar soluciones dirigidas a la causa raíz		b) Diseñar/ rediseñar e implantar nuevos procesos de trabajo eficaces

(Pande 2002)

1.7.10.1. Herramientas: uso y precauciones

Se debe saber qué herramientas se debe utilizar, cuándo y por qué y eso es uno de los mayores retos para la organización y los equipos que se embarcan en un esfuerzo Seis Sigma. Hay que preocuparse por el mal uso o abuso de ellas. Es importante disponer de una variedad de herramientas para aplicar a diferentes problemas empresariales pero, con frecuencia, la gente se convierte en “amante de las herramientas” Usar un martillo solamente si asoma un clavo.

1.7.10.2. Las idas y venidas de la mejora de procesos

El ciclo DMAMC no es una actividad puramente lineal. Cuando un equipo empieza a hacer pruebas, a reunir datos, etc., descubre cosas acerca de los problemas y procesos. Estas revelaciones significan que, por ejemplo, el objetivo del proyecto se puede revisar incluso hasta el momento de aplicar soluciones. O después de probar una solución, el equipo puede necesitar realizar más trabajo de la etapa Analizar.

1.7.10.3. Medir: fundamentos y exactitud del problema

La medición es una fase clave de transición, que sirve para validar o precisar el problema y para comenzar la búsqueda de las causas raíz, que son el objeto de la etapa Analizar.

1.7.10.4. Analizar: convertirse en un detective de procesos

Analizar es la fase más “impredecible” de DMAMC. Las herramientas que se utilice y el orden en que se les aplique dependerán del problema y del proceso. A veces se quiere anticipar lo que va a suceder pero con frecuencia hay sorpresas. Una de las lecciones más interesantes del método seis Sigma es que las causas claramente

sospechosas suelen “no tener la culpa” o ni siquiera ser cómplices del verdadero culpable (hablando en términos detectivescos).

1.7.10.5. Mejorar: generar, seleccionar y aplicar soluciones

Todo el trabajo de definir, medir y analizar los problemas de los procesos da su beneficio en la fase Mejorar, *siempre* que el equipo y la organización lo apliquen *adecuadamente*. La falta de creatividad, el fracaso en crear soluciones bien pensadas, la aplicación azarosa, la resistencia de la organización, son factores que pueden reducir los beneficios de un proyecto Seis Sigma.

La “definición de la solución” es una descripción clara de la mejora propuesta y se convierte en el objetivo del proyecto. Se puede incorporar también un análisis de costos y beneficios al proceso de decisión. La puesta en marcha de las mejoras del proceso es un hito para el equipo, sin embargo aunque los beneficios potenciales aumentan con la mejora real, también aumenta el riesgo.

Los trabajos de comprobar soluciones, medir resultados y garantizar el éxito de un proyecto DMAMC pueden llevar tiempo. Un elemento crítico final de la puesta en marcha es capturar los datos de seguimiento del impacto, que tendrán los cambios cuando tomen efecto, tanto para medir los resultados como para seguir y dar respuesta a cualquier posible desviación. No hay nada como la certidumbre absoluta de cual es la causa raíz. La “definición de la solución” es una descripción clara de la mejora propuesta. Se convierte en el objetivo del proyecto una vez que se ha escogido una solución a implantar (Pande 2002).

1.7.11. DISEÑO Y REDISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE SEIS SIGMA. (Etapa 4B)

Para conseguir niveles de rendimiento Seis Sigma y mantener la posición en el mercado y frente a los cambios tecnológicos son necesarias ambas estrategias de mejora Seis Sigma: mejora y diseño/rediseño (Pande 2002).

1.7.12. EXTENSIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA SEIS SIGMA. (Etapa 5)

Los antiguos hábitos son difíciles de romper. La alternativa es aplicar mayor disciplina. Sin un esfuerzo sostenido, el impulso inicial de la mejora perderá energía y la empresa se convertirá en una organización que *fue* Seis Sigma como se puede ver en la Tabla 1.7.7)

Tabla 1.7.7. El Mapa de Seis Sigma, etapa 5 y subetapas

	a) Implantar medidas y acciones continuas para mantener la mejora
(5) EXTENDER E INTEGRAR EL SISTEMA SEIS SIGMA	b) Definir la responsabilidad de la gestión y la propiedad del proceso
	c) Realizar una gestión en “bucle cerrado” y dirigirse hacia Seis Sigma

(Pande 2002)

1.7.12.1. Etapa 5A: implantar medidas y acciones continuas para mantener la mejora (Controlar)

Los resultados logrados se hacen más vulnerables al final del esfuerzo de mejora. Un equipo solo no puede mantener su esfuerzo y evitar que desaparezca. La guía para mantener la mejora podría ser la siguiente:

- Construir un soporte sólido para la solución
- *Trabajar con quienes gestionan el proyecto.* Si hay un propietario del proceso sobre quien recaiga la responsabilidad de la solución, la tarea será más fácil.
- *Utilizar un “storyboard” con hechos y datos.* El storyboard del proyecto indica los antecedentes, la evolución y el resultado del proyecto de mejora con palabra e imágenes.
- *Tratar a la gente que gestiona y utiliza el nuevo proceso como a clientes.*
- *Crear una sensación de objetivo común y entusiasmo.* Compartir el “mérito” de la solución y crear una sensación de participación no solamente es una excelente herramienta de venta, sino también un hecho práctico muy importante.

La documentación es un mal necesario pero puede ser una labor creativa en sí misma. También es importante establecer medidas y gráficos significativos y considerar la frecuencia de los cambios.

Finalmente, no hay que olvidar que cada una de las mediciones posibles debe cumplir los dos criterios preferidos: que sea *significativa* y *manejeable*.

Nada es perfecto, y se puede estar seguros de que antes o después, algo saldrá mal en cualquier proceso, incluso en uno mejorado por un equipo Seis Sigma. Disponer de pautas anticipadas acerca de cuándo conviene emprender la acción y qué hacer, es parte de la práctica de la “dirección proactiva” de cualquier empresa Seis Sigma.

1.7.12.2. Etapa 5B: Definir la responsabilidad de la propiedad y gestión del proceso

Significa que:

- Los directivos se concentran en hacer que el trabajo circule con efectividad y eficiencia *en todas* las funciones que benefician al cliente y, en consecuencia a los accionistas.
- El personal se identifica tanto con el proceso como con sus funciones o departamentos correspondientes.
- El personal en todos los niveles entiende como se ajusta su trabajo al proceso y cómo añade valor al cliente.
- Los requisitos de cliente se van conociendo durante el proceso.
- Los procesos necesitan medidas, mejoras y rediseño de forma continua.
- Se dedica más energía y recursos a dar valor a los clientes y accionistas que a desperdiciarlos en burocracia o disputas internas.

El propietario del proceso es un concepto que no puede pasar desapercibido. Sus responsabilidades son:

- Mantener la documentación del proceso.
- Medir/supervisar el rendimiento del proceso.
- Identificar problemas y oportunidades.

- Lanzar y patrocinar esfuerzos de mejora.
- Coordinar y comunicar con otros procesos y con los directores funcionales.
- Maximizar el rendimiento del proceso.

1.7.12.3. Etapa 5C: Realizar una gestión en “bucle cerrado” y dirigirse hacia Seis Sigma

Aplicar la gestión por procesos es tanto el final como el principio de los pasos para convertirse en una organización Seis Sigma real. Los pasos del Seis Sigma son ya conocidos, pero se puede mencionar algunos métodos adicionales que faciliten el funcionamiento de los procesos:

- Diseñar un cuadro de mando para cada proceso específico. Así el cliente sabe cómo moverse para que sus resultados sean exitosos.
- Tener una ficha de cada cliente sobre la forma en la cual, el proceso lo satisface.

1.7.12.4. Hacia Seis Sigma

La disciplina de la gestión por procesos es el mecanismo para garantizar la aplicación de medidas y mejoras a la responsabilidad diaria. Además a medida que la empresa progresa hacia el método Seis Sigma, se encontrará más oportunidades de utilizar herramientas sofisticadas para ir más allá del cuatro y cinco Sigma (Pande 2002).

1.8. ESTADÍSTICA Y SEIS SIGMA

1.8.1. DEFINIR EL PROBLEMA/SELECCIONAR EL PROYECTO

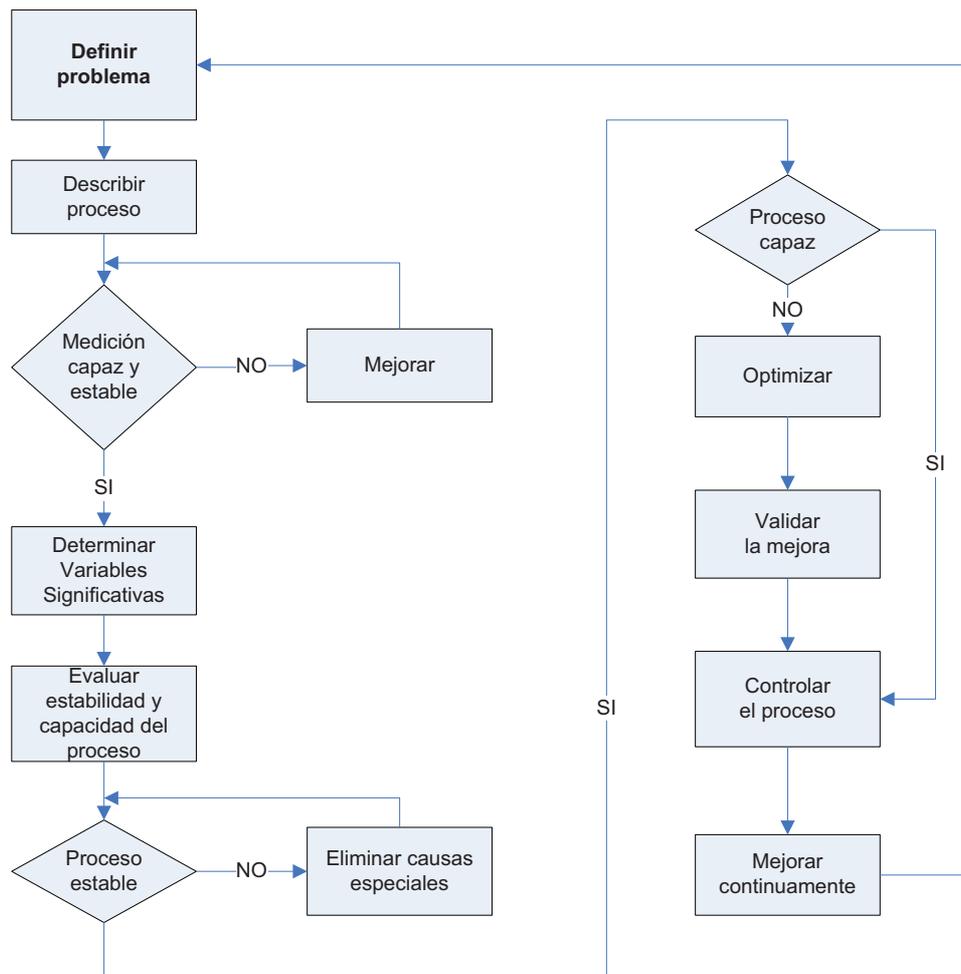


Figura 1.8.1. Flujo de la metodología Seis Sigma

(Escalante, 2003)

Cuando se tiene un problema y se lo trata de resolver, se busca las causas que lo originan, pero generalmente se lo hace en base de creencias, suposiciones o ideas vagas. Obviamente la visión del problema captado será brumosa y/o

ambigua. En esas condiciones su resolución va a ser parcial o totalmente sesgada y su aplicación no va a dar los resultados esperados. En términos empresariales no se tendrá éxito en la solución y a lo mejor va a causar más pérdidas económicas que antes. En cambio, si esas suposiciones o apreciaciones se las maneja con las herramientas estadísticas adecuadas se puede decir que la apreciación del problema va a ser clara y definitiva, permitiendo aplicar las soluciones en forma eficaz, efectiva y eficiente.

Esta situación se la puede visualizar gráficamente en la Figura 1.8.2.

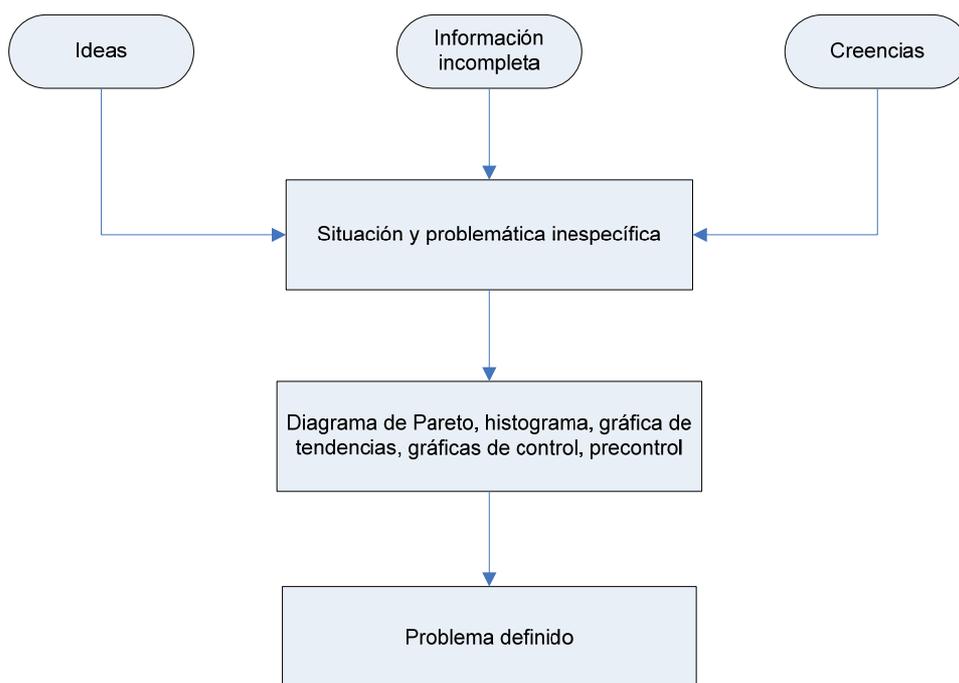


Figura 1.8.2. Definición objetiva de un problema

(Escalante, 2003)

Allí se ve que las herramientas estadísticas que van a definir el problema son: diagrama de Pareto, histograma, gráfica de tendencias, gráficas de control, precontrol. Esto no quiere decir sin embargo que siempre se van a utilizar todas estas herramientas. Se utilizarán las que sean más apropiadas para la solución del problema planteado.

1.8.1.1. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en una gráfica de barras ordenadas de mayor a menor, donde cada barra representa el peso que tiene cada uno de los factores que se analizan (Escalante, 2003).

1.8.1.2. Histograma

El histograma es una gráfica de barras que muestra la repartición de un grupo de datos. Su objetivo es visualizar la dispersión, el centrado y la forma de un grupo de datos (Escalante, 2006).

1.8.1.3. Gráfica de tendencias

La gráfica de herramientas es una herramienta que muestra la variación de una característica de interés de un proceso durante cierto período.

1.8.2. DEFINIR Y DESCRIBIR EL PROCESO

Un proceso es una interacción de gente, materiales, equipo e información que tiene como fin transformar ciertas entradas en salidas específicas. Definir y describir el proceso significa señalar los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y variables. Lo anterior se puede realizar por medio de un *diagrama de flujo*. Al elaborar un diagrama de flujo es importante buscar oportunidades para eliminar

pasos, hacerlos más rápidos, hacer pasos en paralelo, reacomodar pasos y/o simplificar pasos. Los diagramas de flujo tienen una simbología propia (Escalante, 2003)

1.8.2.1. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es un esquema que muestra las posibles causas clasificadas de un problema. El objetivo de este tipo de diagrama es encontrar las posibles causas de un problema. Al Diagrama de Ishikawa también se le conoce como diagrama de causa – efecto o diagrama de pescado.

1.8.2.2. Técnica del grupo nominal

La técnica del grupo nominal se utiliza para jerarquizar propuestas.

El objetivo de la técnica de grupo nominal es lograr consenso entre los participantes de un equipo. En general puede usarse cuando los asuntos propuestos no pueden ser cuantificados, o sea muy difícil hacerlo.

1.8.3. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS

Las variables del proceso definidas en el punto 1.8.2. (definir y describir el proceso) deben ser confirmadas por medio de análisis de varianza, diseño de experimentos y/o estudios multivari, para medir la contribución de esos factores en la variación del proceso. Adicionalmente para analizar el proceso, se puede usar pruebas de hipótesis e intervalos de confianza. Una vez encontrados los factores críticos, se ajusta el proceso y se reduce su variación (Escalante, 2003).

1.8.3.1. Teorema del límite central (TLC)

Suponer que se toman muestras de tamaño suficientemente grande y que se calculan las medias de dichas muestras.

1.8.3.2. Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza

La prueba de hipótesis (PH) es un procedimiento estadístico usado para tomar una decisión, con base en una muestra, en cuanto al valor que puede tener algún parámetro (media, varianza, proporción, diferencia entre medias y proporciones, o cociente entre varianzas)

1.8.3.3. Diseño y análisis de experimentos (DOE)

El DOE se puede definir como un conjunto de técnicas estadísticas usadas para planear experimentos y analizar sus resultados, de manera ordenada y eficiente.

1.8.3.3.1. Análisis de varianza (Anova)

El análisis de varianza (Anova) es una de las maneras de comparar procesos o grupos a través de la comparación de sus medias.

1.8.3.4. Gráficas multivari

Fueron desarrolladas en 1950 por Leonard Seder. Son un procedimiento gráfico de descomposición de fuentes de variación. Su objetivo es mostrar las fuentes de variación más importantes en un proceso.

1.8.4. EVALUAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO

Una vez ajustado el proceso y disminuido su variación, se evalúa la capacidad del proceso. Un *estudio de capacidad* es un procedimiento ordenado de planeación, recolección y análisis de información, con la finalidad de evaluar la *estabilidad* de un proceso, y la *capacidad* que éste tiene para producir dentro de especificaciones. Los estudios de capacidad miden la *variación* y el centrado de un proceso con respecto a sus especificaciones (Escalante, 2003)

1.8.4.1. Gráficas de Control (GC)

Las GC son herramientas estadísticas que muestran el comportamiento de cierta característica de calidad de un proceso con respecto al tiempo.

El objetivo de las GC es evaluar, controlar y mejorar procesos.

Un concepto básico en las gráficas de control es el de las causas de variación en un proceso.

Las gráficas de control sirven para distinguir entre causas comunes y causas especiales de variación. Distinguir estos dos tipos de causas indica cuándo es necesario actuar en un proceso para mejorarlo y cuándo no hacerlo, pues sobreactuar en un proceso estable provoca más variación.

En la figura 1.8.3. se observan los elementos que debe contener una gráfica de control.

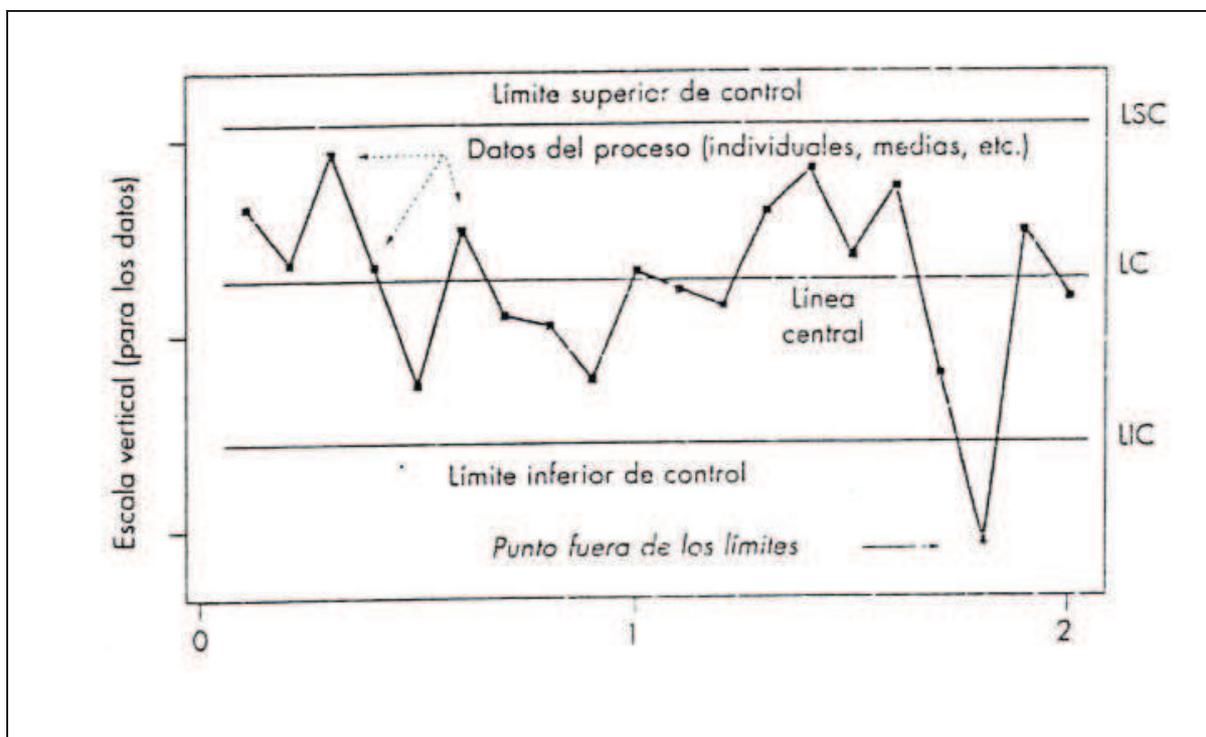


Figura 1.8.3. Elementos de una Gráfica de Control

(Escalante, 2003)

1.8.4.2. Gráficas de control para atributos

Las gráficas para atributos se usan para medir características discretas, es decir “medibles” sobre una escala que solamente toma valores puntuales o discretos, como número de defectos o número de artículos defectuosos.

1.8.4.3. Capacidad del proceso

Una vez que el proceso se encuentra bajo control, es decir, no hay puntos fuera de los límites de control ni patrones, se procede al cálculo de la capacidad del proceso. El índice de capacidad potencial es una comparación entre los límites de especificación (tolerancia) y los límites del proceso sin tomar en cuenta la ubicación del mismo. El índice de capacidad real si toma en cuenta la localización del centro

del proceso en comparación con los límites de especificación. Si un proceso no es potencialmente capaz, definitivamente tampoco tiene capacidad real.

1.8.5. OPTIMIZAR Y ROBUSTECER EL PROCESO

Después de evaluar la estabilidad y capacidad del proceso, si esta última resultara insatisfactoria, se deberá optimizar el proceso. Para ello se puede volver a utilizar el diseño de experimentos y/o incorporar análisis de regresión y/o superficies de respuesta (Escalante, 2003)

1.8.5.1. Diagrama de dispersión

El **diagrama de dispersión** es una gráfica simple entre dos variables. Su objetivo es visualizar el tipo y el grado de relación entre esas dos variables. La figura 1.8.4. muestra los tipos de relación de un diagrama de dispersión.

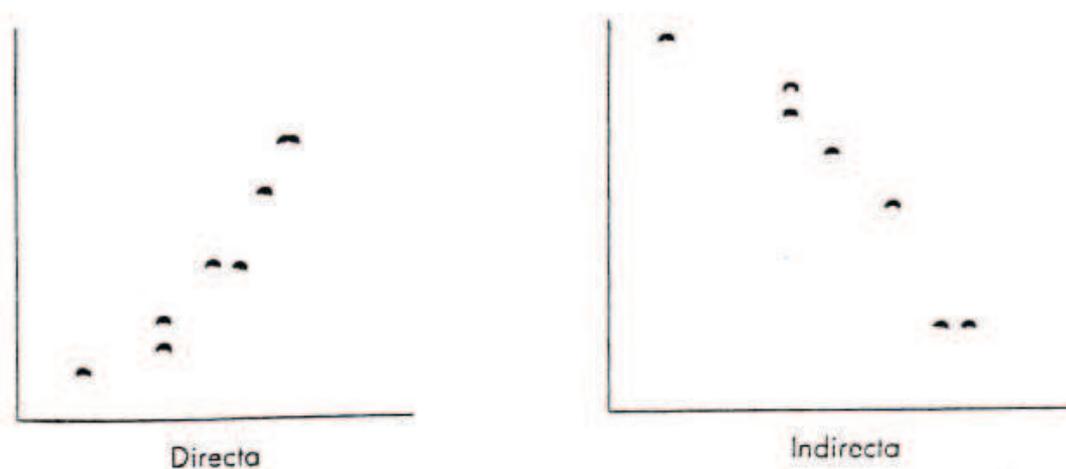


Figura 1.8.4. Tipos de relación de un diagrama de dispersión

(Escalante, 2003)

En cuanto al grado de relación se refiere, un alineamiento de los puntos de manera clara y con una dirección bien definida, significa que la relación es fuerte entre las dos variables. A medida que dicha nube de puntos empieza a hacerse más dispersa y a perder dirección, el grado de relación empieza a debilitarse.

1.8.5.2. Análisis de regresión

El **análisis de regresión** es una técnica usada para relacionar a través de un modelo, una o más variables independientes con una variable dependiente (respuesta)

La figura 1.8.5. ilustra un diagrama de dispersión entre dos variables, siendo “representado” por un modelo de línea recta $y = mx + b$. Dicho modelo es una representación imperfecta (como todo modelo) de la relación entre ese par de variables, pero es una manera práctica y útil de hablar de tal relación. La relación real, constituida por la variación de cada uno de los puntos del diagrama, puede ser representada de manera estadística por el modelo.

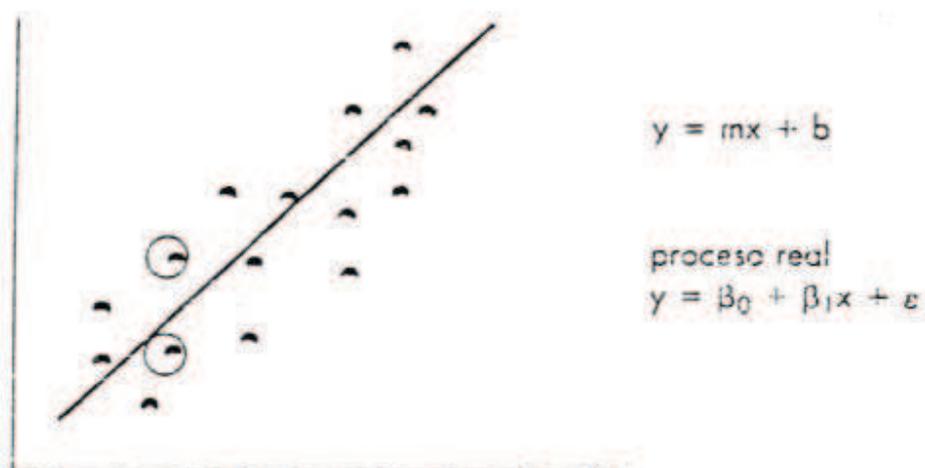


Figura 1.8.5. Diagrama de dispersión entre 2 variables

(Escalante, 2003)

1.8.5.3. Superficies de respuesta

Superficies de respuesta es una técnica de modelación de comportamiento de una característica seleccionada de un proceso. El objetivo de esta técnica es encontrar una mejor región de operación para dicha característica seleccionada de un proceso.

1.8.6. CONTROLAR EL PROCESO

En este paso se deberá monitorear y mantener en control al proceso (Escalante, 2003)

1.8.6.1. Elementos de la producción

Los elementos de la producción son: *métodos, materiales, mano de obra, máquinas e información.*

Dichos elementos de la producción están interactuando dentro de una planta, en forma parecida a la mostrada en la Figura 1.8.6.

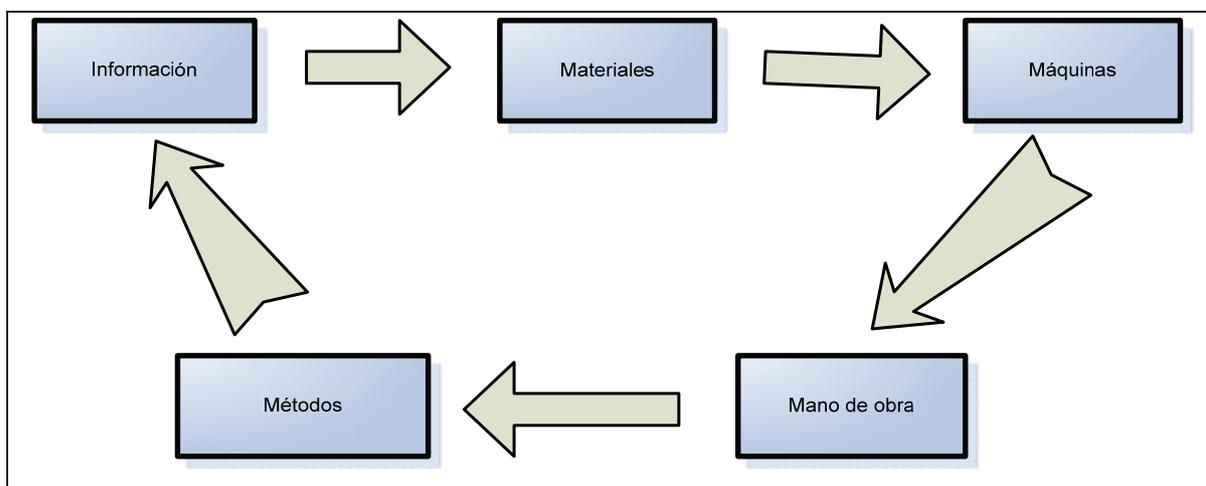


Figura 1.8.6. Los elementos de la producción

(Escalante, 2003)

Para que el número de problemas sea reducido, al igual que un mejoramiento en el desempeño del proceso, es necesario un factor muy importante relacionado con cada uno de los elementos de la producción. Ese factor vital es el control de todos los elementos mostrados en la Figura 1.8.7. (Se puede definir **control** como un grupo de acciones encaminadas a mantener una situación en un estado deseado).

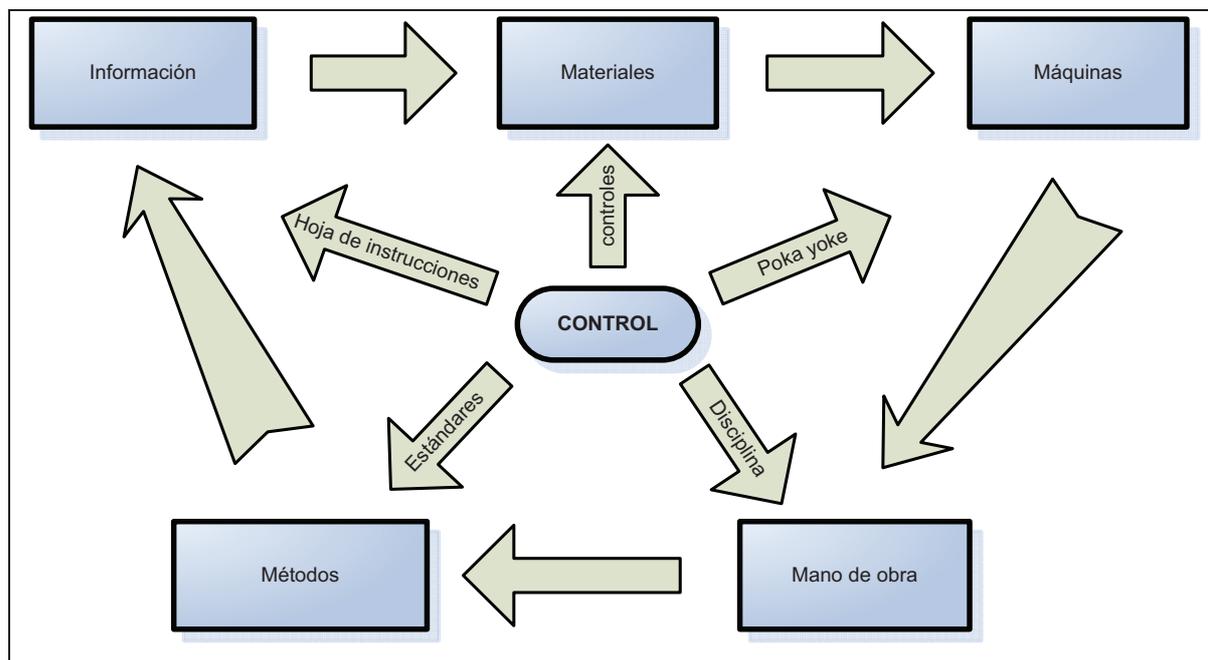


Figura 1.8.7.

Elementos de la producción y su control

(Escalante, 2003)

1.8.6.2. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

El análisis de modo y análisis de fallas (AMEF) es un grupo sistemático de actividades con el propósito de:

1. Reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas.
2. Identificar acciones que podrían eliminar o reducir las posibilidades de que ocurran fallas potenciales.
3. Documentar todo el proceso.

Se efectúa previamente a la finalización del concepto (diseño) o previamente al inicio de la producción (proceso); es un proceso interactivo sin fin, y es una manera de documentar el diseño y el proceso.

1.8.7. RESUMEN DE UN PROYECTO SEIS SIGMA

1.8.7.1. Definir el problema

Se define el problema (síntomas) en lo posible cuantificándolo. Ejemplo: Gráfica de tendencias; lo que ha sucedido con el tiempo. Se busca los indicadores y se los cuantifica (Pareto).

Así queda definido el problema:

Indicador seleccionado

Problema

Problema enfocado (causa – efecto)

Objetivo (Escalante, 2003).

1.8.7.2. Describir el proceso

Se establece el diagrama de flujo con la descripción de operaciones y las variables del proceso (Escalante, 2003).

1.8.7.3. Evaluar el sistema de medición

La variable de respuesta debe ser sometida al estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR) para determinar si el instrumento utilizado es estadísticamente adecuado para medir la característica en estudio (Escalante, 2003).

1.8.7.4. Determinar las variables significativas

Es necesario definir las VCC (Variables Críticas de Calidad) y compararlas por medio de gráficos de factores críticos y respuesta de la interacción esos factores (Escalante, 2003).

1.8.7.5. Evaluar la estabilidad y capacidad del proceso

Establecer una gráfica de control de medias y rangos para múltiples medidas de la característica con el fin de evaluar la estabilidad y luego determinar la capacidad por medio de una curva normal (Escalante, 2003).

1.8.7.6. Optimizar el proceso

Se puede aplicar la técnica de superficies de respuesta con respecto a la variable crítica de calidad VCC para poner condiciones que la acerquen más a su objetivo minimizando la variación de la misma (Escalante, 2003).

1.8.7.7. Validar la mejora

Se realiza el estudio de capacidad de las nuevas condiciones y se compara con las condiciones iniciales de capacidad (Escalante, 2003).

1.8.7.8. Controlar el proceso

Se desarrolla un AMEF (análisis de modo y efecto de fallas) para prevenir problemas potenciales en el proceso y un plan de control para monitorear y reaccionar ante cambios no deseados de los parámetros críticos del mismo (Escalante, 2003).

1.8.7.9. Mejorar continuamente

A pesar de que el proceso resultante tenga un excelente nivel de calidad, se debe continuar con su análisis para lograr la mejora continua hasta lograr la calidad Seis Sigma del proceso (Escalante, 2003).

2. METODOLOGÍA

2.1. DEFINICIÓN DE MISIÓN Y VISIÓN DEL DECAB. CONFORMACIÓN DEL EQUIPO PARA DESARROLLO DEL PROYECTO.

Cuando un equipo directivo inicia un proceso de cambio profundo, es importante redescubrir y repensar la misión y la visión. Esto significa que hay que definir el propósito fundamental de la organización, así como lo que se quiere lograr en el futuro.

Una buena declaración de **Misión** y **Visión** contribuye a dar sentido y motivo al quehacer cotidiano, pues determina y recuerda con claridad los fines, objetivos y funciones, para cuya realización y logro los miembros de la organización trabajan y han decidido pertenecer a ella. La Misión y la Visión son el primer paso para construir una “organización enfocada” donde se distinga cuáles son los grandes objetivos y su rumbo, pero también donde se sepa diferenciar entre lo que es esencial y vital y lo que es accidental, secundario o prescindible.

La Misión, por tanto, incluye los siguientes elementos:

Identidad (¿quiénes somos?)

Actividad (¿qué hacemos?)

Finalidad u objetivos (¿para quién o para qué lo hacemos?)

Tomando en cuenta estos tres elementos y luego de un acuerdo en la mayor parte del personal del DECAB, se definió la declaración de Misión Institucional.

La **Visión**, por su parte, consiste en una descripción positiva y breve de lo que una organización desea y cree que puede alcanzar para cumplir de manera exitosa su Misión en un período definido. La Visión no es cualquier imagen deseable del futuro sino la imagen de lo que es realmente decisivo y crucial para el porvenir de la

organización. Por lo tanto, de la Visión deben desprenderse fácilmente los objetivos estratégicos de la institución, aquellos que deben ser efectuados para que la organización sobreviva y alcance el éxito esperado.

Como en el caso de la declaración de la Misión y luego de un amplio acuerdo con el personal del DECAB, se determinó también la declaración de la Visión Institucional.

Las metas que se vislumbra requieren de condiciones inherentes del personal y de la institución y de la aplicación de algún sistema de calidad eficiente y efectivo.

La aplicación de un sistema de calidad depende de las personas con valores intrínsecos y de la selección de un sistema de calidad que se acople a la estructura institucional que requiere mejoramiento. Los valores son los principios básicos que se deben observar en la actuación dentro de la organización para el logro de la Misión, porque existen muchas formas de actuar para alcanzar los objetivos y algunas de ellas podrían ir contra las leyes o las reglas básicas de la convivencia humana y otras normas que las sociedades han establecido para lograr una convivencia pacífica. Sucede entonces que cuando un grupo de personas decide declarar los valores que desean seguir en el trabajo y en los esfuerzos por lograr la misión de la organización, están afirmando lo que al final quieren ser como individuos. Para definir los valores de un grupo pueden existir algunas dinámicas como por ejemplo pedir a los miembros del equipo que piensen en una persona a la que se admiró mucho por sus cualidades y que influyó de manera positiva en la manera de ser de cada uno. A partir de esa imagen se debe hacer una lista de las cualidades de esa persona y examinar si se integraron en la forma de ser de los miembros del equipo. Cada uno las analiza y propone tres cualidades que le parecen las más importantes. Luego se las analiza y por preferencias va estableciéndose la lista de valores que podrían encauzar e inspirar los actos del grupo directivo.

También fue necesario realizar una evaluación rápida de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) que gravitan alrededor del DECAB

para ir juntando elementos necesarios que serán elementos básicos para la aplicación del Seis Sigma (SS) y que fueron analizadas en el año 1996 en las Jornadas de Calidad del Instituto de Investigación Tecnológica (antiguo DECAB) y revisadas en las IV Jornadas de Discusión de Planificación Institucional de la Escuela Politécnica Nacional en Noviembre del 2007.

Con el conocimiento del FODA se podría hacer un análisis de amenazas y plantear una estrategia de bloqueo, un análisis de oportunidades y una estrategia de aprovechamiento. También se puede realizar un análisis de fortalezas y debilidades y plantear estrategias de propuesta, pero el objetivo de este trabajo no va hacia la planificación estratégica sino hacia la propuesta de un sistema de mejoramiento específico en un área específica que será descubierta posteriormente. Sin embargo es importante conocer estas facetas como elementos previos a la aplicación de un sistema de calidad.

En cuanto a la conformación del Equipo para el desarrollo del Proyecto Seis Sigma (SS), es necesario decir que la participación total del personal es imprescindible (Directivos, personal docente, administrativo y trabajadores), para que todo el mundo esté involucrado en el proceso y pueda luego en su aplicación, sentirse parte del mismo. Seleccionar de acuerdo a las capacidades y realizaciones de cada uno de los miembros del equipo y motivarlos para que el cumplimiento de las metas, mejore su vida en todo sentido.

El éxito del sistema Seis Sigma depende además de los líderes, expertos y facilitadores que manejan una estructura de personal semejante a la de una organización de artes marciales donde sus características fundamentales son la fuerza, el equilibrio y la flexibilidad apoyados en una filosofía profunda y coherente. Así se tiene campeones o patrocinadores (champions), maestros cinturón negro o asesores Senior (master black belts), cinturones negros (black belts), cinturones verdes (green belts) y cinturones amarillos (yellow belts). Los roles de cada uno de ellos fueron perfectamente determinados.

Líder de SS. Es el ejecutivo de más alto rango. Su responsabilidad es desarrollar, encauzar y permear la filosofía SS. Es una estrategia que va de los niveles más altos de la dirección de la organización hacia todos los niveles inferiores. Este líder debe conocer y dominar el lenguaje y los conceptos claves de SS para poder desplegar su responsabilidad en la iniciativa con el ejemplo y con conocimiento de causa.

Líder de implementación. (Vicepresidente de Seis Sigma, Director ejecutivo Seis Sigma, Vicepresidente de productividad, etc.). Profesional con experiencia en la mejora empresarial y en la calidad. Es respetado por su experiencia en la empresa, y posee habilidades para impulsar cambios e iniciativas novedosas cuyos resultados deben reflejarse en beneficios financieros y en satisfacción del cliente.

Campeones o patrocinadores (Champions). Éstos se designan entre los líderes de cada área; son los dueños de los problemas. Ellos son los responsables de garantizar el éxito de la implementación de SS en sus propias áreas de influencia. Son miembros de equipos y consejos directivos. Algunas de sus responsabilidades son:

- Garantizar el éxito de la implementación de SS en sus áreas de influencia
- Establecer problemas y prioridades acordes con las metas generales de la organización
- Mantener informados a los otros miembros del equipo o consejo directivo sobre el progreso de los proyectos
- Proveer o gestionar ante terceros los recursos necesarios (tiempo, dinero, asesoría) para el éxito de los proyectos bajo su supervisión
- Conducir reuniones periódicas de revisión sobre proyectos SS

Maestros cinturón negro o asesores senior (Master Black Belts). Estos líderes se dedican a tiempo completo a Seis Sigma, realizan asesoría y tienen la responsabilidad de mantener una cultura de calidad dentro de la institución. Apoyan en el monitoreo del progreso, participan en la selección de proyectos y supervisión del entrenamiento a los equipos de proyectos. Sirven como entrenador, mentor y consultor de los black belts que trabajan en diferentes proyectos. Deben ser expertos en las herramientas de Seis Sigma (estadística, calidad, etc.).

Cinturón verde (Green Belt) Ingenieros, analistas financieros, expertos técnicos en el negocio, que atacan problemas de sus áreas siguiendo la metodología DMAMC, dedicados a tiempo parcial a SS.

Cinturones amarillos (Yellow belts) Personal operativo en su área, que ha tenido entrenamiento sobre las herramientas y conceptos básicos de calidad y de solución de problemas. Es gente que está en la trinchera de los problemas, por lo que su percepción de éstos es directa y tiene motivación, conocimiento y voluntad para el cambio.

2.2. CAPACITACIÓN DEL EQUIPO

Se puede decir que la capacitación del equipo es el resultado del entrenamiento que a su vez comprende la educación (enseñar a la gente a pensar diferente) y la práctica (enseñar a la gente a hacer las cosas en forma diferente). El conocimiento, las habilidades y las aptitudes que se requieren para el éxito de una nueva organización deben estar dirigidos hacia los principios que enuncia el sistema de calidad. Para ello se necesita inversión y una cuidadosa planificación.

El primer paso en el desarrollo del plan estratégico de capacitación es una evaluación de necesidades que diseñe y prepare el plan de capacitación. La evaluación comprende una auditoría de tareas que se realizan para determinar lo que la organización está haciendo y compararlo con lo que la organización debería estar haciendo. Este proceso de evaluación tiene que enfocarse en tres aspectos:

- Auditoría de procesos. Todo trabajo es un proceso diseñado para dar valor a lo que ingresa (input) y entregar ese valor al cliente (output). Aquí hay que ver si el proceso está funcionando como fue diseñado y si es que se está llevando un control estadístico del mismo.
- Evaluación de conocimientos, habilidades y aptitudes. Los resultados de estas evaluaciones dicen que todas las organizaciones tienen deficiencias en el nivel de conocimientos, habilidades y aptitudes y el primer principio de autocontrol es que los empleados sepan lo que están haciendo. El trabajo de la gerencia no termina dando al empleado la responsabilidad de una tarea sino facilitándole la oportunidad de adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para realizar con éxito sus tareas. Esto quiere decir que si el empleado asume nuevas tareas en la aplicación de Seis Sigma, debe recibir el entrenamiento correspondiente y comprender cómo su trabajo contribuye al plan de calidad.

- Evaluación de las actitudes del empleado. La actitud no es más que la emoción que refleja la respuesta a algún suceso dentro de la organización. Si la actitud del empleado no es positiva, no usará sus conocimientos y habilidades para ayudar a la organización en la consecución de sus metas. La actitud negativa indica que el empleado o cuestiona el principio del cambio propuesto o duda de la sinceridad del liderazgo de su jefe. Por todo ello, la actitud del empleado es un problema que debe ser tomado en cuenta en el desarrollo de la capacitación.

Obviamente existe un plan estratégico de capacitación que detalla la forma cómo se manejarán las brechas encontradas luego de las evaluaciones realizadas. Como en cualquier plan de proyecto, el plan de entrenamiento debe incluir una descripción detallada del material de capacitación, el detalle de las actividades a realizarse, las responsabilidades de las actividades, los recursos necesarios, los cronogramas, etc.

La preparación de un cinturón negro (black belt) es un entrenamiento en ingeniería de la calidad, en la cual el personal aprende temas relativos a mejorar la calidad y lo aplica en la práctica. La duración del entrenamiento depende de los requerimientos de las áreas inmersas en los procesos de mejora y se estima en 4 o 5 semanas no consecutivas, de capacitación intensiva, relacionadas con las cinco fases del proceso DMAMC. Cada semana de capacitación es separada por tres o cuatro semanas de receso, puesto que durante ese tiempo se espera aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo mismo del proyecto.

Cada Cinturón negro (Black Belt) debe presentar los aspectos primarios de un proyecto por desarrollar donde él será un líder. El proyecto debe ser bastante importante para que represente un reto para el personal y tenga necesidad real de aplicar las herramientas de Seis Sigma. Aunque hay diferentes versiones del *currículum* de entrenamiento Cinturón Negro, en esencia todas coinciden en estructurar la capacitación siguiendo las fases del proceso DMAMC, y en ese orden

se van enseñando en una forma muy práctica y vivencial las herramientas que son de mayor utilidad en cada una de estas fases.

En la tabla 2.2.1. se establece la propuesta tipo de capacitación que deberán recibir los Cinturón Negro (BB). El resto del personal recibirá las herramientas que se consideren importantes para el manejo de su área en particular. Cabe señalar que la capacitación que contempla el currículum BB, en realidad es el entrenamiento mínimo necesario que se requiere en el desarrollo del proyectos Seis Sigma enfocados a la reducción de defectos.

Tabla 2.2.1. Currículo de entrenamiento *black belt*

Currículo de entrenamiento <i>black belt</i>	
<p>Semana 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Panorama de Seis Sigma y el DMAMC • Mapeo de procesos • DFC (Despliegue de la Función de Calidad) o QFD (Quality Function Deployment) • AMEF (Análisis de Modo y Efecto de las fallas) • Conceptos de efectividad organizacional • Estadística básica utilizando un software • Herramientas básicas • Capacidad de procesos • El concepto e índice de estabilidad • Análisis del sistema de medición R&R 	<p>Semana 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al diseño de experimentos • Anova • Experimentos factoriales • Factoriales fraccionados • Diseños en bloques balanceados • Regresión múltiple • Metodología de superficie de respuesta
<p>Semana 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de aspectos claves de los tópicos de la semana (1), (2) • Revisión del avance del proyecto • Pensamiento estadístico 	<p>Semana 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planes de control • Control estadístico de procesos/control avanzado de procesos • Desarrollo del equipo • Ejercicio final

<p>Tabla 2.1. Currículo de entrenamiento <i>black belt</i> (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prueba de hipótesis e intervalos de confianza • Correlación • Análisis multivariable y estratificación • Regresión simple 	
<p>Notas</p> <p>(1) Cada día de las semanas 2 a 4, se hacen revisiones del proyecto</p> <p>(2) Diariamente se hacen ejercicios y dinámicas</p>	

(Gutiérrez H., De la Vara R., 2004)

La idea es entonces capacitar al personal involucrado con la marcha del proyecto y paso a paso para lograr una asimilación efectiva de la metodología. Así se hizo en realidad con algunas variantes que se ajustaron a los requerimientos del proyecto y que serán expuestas en los capítulos siguientes.

En las organizaciones Seis Sigma, los planes de capacitación están ligados directamente a las necesidades actuales y futuras de los clientes externos que a su vez son la fuerza sobre el plan estratégico. Además el plan de capacitación Seis Sigma debe tener un presupuesto que cubra por ejemplo:

- Salario del entrenador
- Derechos de consultoría
- Espacio y materiales de clase
- Tiempo de trabajo
- Salarios de los directivos

Es problemático por otra parte estimar los beneficios de la capacitación con algún grado de precisión. La organización en ese caso evalúa objetivamente los efectos del proceso en los empleados, por ejemplo:

- Mejor eficiencia
- Más calidad
- Mayor satisfacción del cliente
- Elevación de la moral del empleado
- Menos cambios de empleados o de funciones
- Mayor lealtad de los proveedores

Lo importante en todo caso es el firme compromiso de utilizar nuevas herramientas para aprender cosas nuevas que permitan la creación de un nuevo tipo de organización. El éxito va a depender siempre de la adecuada selección de los proyectos para su implantación.

La selección de proyectos por otra parte, debe ajustarse a tres claves:

1. Tener inicialmente un número reducido de problemas a resolver (los más críticos) hasta que el personal domine el idioma de seis Sigma en forma fluida. Esto se logra por un tamizado de posibilidades como se verá más adelante.
2. Dimensionar los proyectos en forma adecuada. El problema atacado debe ser solucionado en un período máximo de seis meses.
3. Prestar atención a los clientes externos. (Siempre existe la tentación de escoger en primer lugar proyectos que mejorarán rápidamente la eficiencia de los procesos internos)

En el próximo capítulo se plantea la metodología para identificar los procesos clave y los clientes principales, y se establece que hay que evitar ciertos “pecados originales” que pueden llevar al proyecto al fracaso y que hay que evitarlos:

- Crear demasiados proyectos o proyectos demasiado grandes. Los equipos que aprenden nuevas técnicas de mejora necesitan apoyo y dedicación de sus patrocinadores (champions) y éstos a su vez necesitan aprender de sus equipos. Es preferible aprender de un proyecto pequeño, que frustrarse con un proyecto grande que no termina nunca.
- No explicar claramente las razones por las cuales un proyecto fue elegido. Los ejecutores del proyecto tienen que saber que están trabajando por algo importante para la empresa y para el cliente.

2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS CLAVE Y DE LOS CLIENTES PRINCIPALES

Cuando se tiene que solucionar un problema, es necesario introducirse en él, para conocerlo y resolverlo.

En el caso del DECAB, se tiene que detectar en un primer momento, los síntomas generados por algún problema relacionado con los intereses de los clientes, y en base al conocimiento completo de los procesos, detectar sus problemas críticos, cuyas causas servirán para proponer las vías de mejora.

Se deberá sin embargo, examinar previamente algunas premisas que revelen al DECAB como a un ente funcional con una estructura y un entorno que favorezca la ejecución de actividades provechosas para la sociedad. Estas premisas las constituyen el mapa general de procesos, el organigrama funcional y el entorno.

2.3.1. MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos permite tener una visión global del DECAB, pues visualiza la relación entre la organización y las partes interesadas. Debe tener Procesos Estratégicos, Procesos Clave y Procesos de Apoyo para que al interactuar se logren las metas de excelencia.

En el caso del DECAB y de acuerdo a sus elementos directivos y funcionales se deben identificar a cada uno de ellos en función del cumplimiento de su Misión y alcance de sus metas.

2.3.2. ORGANIGRAMA FUNCIONAL DEL DECAB

Aparte del mapa general de procesos, es importante conocer el organigrama funcional del DECAB, que a diferencia del organigrama estructural, expresa el funcionamiento ordenado de los diferentes procesos con las ramificaciones de los mismos que están expresados como subprocesos.

2.3.3. ENTORNO DEL DECAB

Expresados el mapa de procesos y el organigrama funcional del DECAB, es necesario, como un aporte adicional y antes de definir el proyecto, conocer su entorno, que es la Escuela Politécnica Nacional y el país, y el cumplimiento de sus funciones básicas y conocimiento de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

La Escuela Politécnica Nacional (todos sus estamentos) analizó estos factores en las “IV Jornadas de discusión: Planificación Institucional”. (Anexo I) y se considera que son datos válidos como elementos de apoyo al proyecto.

En base al documento mencionado (Anexo I), y a sus resultados y conclusiones, la EPN sabrá establecer las estrategias para lograr las metas establecidas en el estatuto. Sin embargo en el caso del DECAB, se pretende establecer un semillero de calidad que se implante en todos los departamentos posibles, si es que en aquel se demuestra que se puede disminuir la dispersión de sus fallas al mínimo posible. Es conveniente aclarar sin embargo que en la propuesta de solución, de cualquier problema crítico detectado, se debe considerar la posibilidad de plena libertad y medios para aplicar las acciones que conduzcan al objetivo del mejoramiento.

2.3.4. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Con estos cimientos se puede empezar la Fase (D) **Definir el Proyecto**, lo cual significa establecer su alcance. En esta fase, se debe revisar la declaración del problema y el objetivo, identificar a los clientes del proceso que se está estudiando, definir los requisitos de esos clientes y redactar un plan sobre cómo se completará el proyecto.

De acuerdo a la metodología aplicada (Seis Sigma), los resultados esperados de esta primera fase son:

1. El cuadro del proyecto
2. Requisitos de cliente que se pueda medir.
3. Mapas de proceso

2.3.4.1. Desarrollo de cuadros de proyecto

Luego de revisar los antecedentes y fundamentos del DECAB, es necesario acercarse un poco más a cada una de los procesos clave, para ayudar al equipo a comprender qué es lo que tiene que conseguir y a identificar las áreas que requieren una mayor aclaración. Es como el inicio de la búsqueda de los procesos críticos que van a permitir la concentración en uno de ellos para poder aplicar el sistema de mejoramiento. Se utiliza entonces una hoja de trabajo para el cuadro de proyecto DMAMC (Anexo II) que es una ayuda para los equipos que están comenzando su trabajo y que es llenada por los dueños de los procesos y su equipo. Allí se analizan los siguientes aspectos:

- a) **Caso de negocio.** Responde a la pregunta ¿Por qué este proyecto puede ser una prioridad clave para el negocio?

- b) Declaración del problema/oportunidad y del objetivo.** Síntomas que se derivan del problema sobre el que se va a trabajar, para lo cual se elabora previamente una hoja detallada, (Anexos III, IV, V, y VI) que está relacionada con cada uno de los procesos del DECAB).
- c) Alcance del proyecto restricciones y compromisos.** ¿Dónde empieza y dónde termina el proyecto? Recursos y tiempo dedicados al proyecto. Frecuencia de reuniones. Apoyo del asesor o Champion.
- d) Miembros del equipo.** Las personas que impulsan la implementación del sistema de calidad
- e) Declaración del objetivo.**
- f) Identificación de las principales partes interesadas.** Personas que pueden influir en el proyecto o que pueden ser afectadas por él, y;
- g) Planificación preliminar.** Lista de hitos para el desarrollo del proyecto.

Con estos cuadros de proyecto, se empieza a conocer y comprender los procesos, de los cuales deben surgir los problemas críticos que deberán ser analizados para encontrar su causa para ser eliminada.

2.3.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE CLIENTE

Se debe identificar a los clientes afectados por los problemas que han sido percibidos y luego a los requisitos generales exigidos por ellos. En el área de investigación, el principal cliente es el patrocinador y luego los posibles usuarios. En el área de extensión se tendrá clientes del gobierno, pero sobre todo clientes particulares con necesidades específicas.

En cuanto a los requisitos de clientes, se debe recordar que una declaración de requisitos es una breve, pero minuciosa descripción del estándar de rendimiento establecido para una transacción de resultado o de servicio.

Los requisitos exigidos por los clientes de investigación pueden expresarse como: factibilidad técnica de realización, respuesta de acuerdo a cronograma, responsabilidad de alto nivel, liquidación de proyecto con compromiso de seguimiento. El requisito fundamental sin embargo, es la respuesta a un plan y cronograma establecidos, que en general se cumplen, a no ser que se haya presentado algún impedimento de fuerza mayor, en cuyo caso se deberá justificarlo y reprogramar las actividades.

En el caso del proceso de extensión, los clientes exigen: recepción rápida y efectiva de su pedido, confidencialidad, legalidad, datos reales y significativos, liquidación final transparente y monitoreo post proyecto.

Cabe mencionar que en la historia del DECAB se han dado resultados de mucho valor para el cliente, como la implementación de vacas mecánicas para la producción de leche de soya que prestan apoyo a centros educativos o de asistencia social, controles de calidad para alimentos donados por el Programa Mundial de Alimentos, aumento de eficiencia de empresas que no habían considerado la producción más limpia, etc., es decir, se ha cumplido con los requisitos del cliente y se ha estado atentos a sus expectativas.

2.3.6. MAPAS DE PROCESO E IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS CLAVE

El último paso para definir el proceso es obtener una “imagen” del mismo, lo cual se logra con la creación de un diagrama de flujo de “alto nivel”, que significa un mapa de proceso, con pocos detalles y mostrando solo sus grandes etapas. Es como si estuviéramos tomando una foto del proceso desde una gran altura, para luego bajar

y mirar más de cerca las partes más críticas (VCC) que van a requerir mayor atención para ser mejoradas en relación con el conjunto.

Este mapa general de alto nivel se llama diagrama **SIPOC**, donde las letras (en inglés) corresponden a:

Supplier ----- **I**nput ----- **P**roces ----- **O**utput ----- **C**lient **(SIPOC)**
 (Proveedor) (Entrada) (Proceso) (Salida) (Cliente)

y cuyas descripciones particulares son las siguientes:

Supplier (Proveedor): personas u organizaciones que proporcionan información, materiales y otros recursos con los que trabajará el proceso.

Input (Entrada): la información o los materiales, proporcionados por los proveedores, que son consumidos o transformados en el proceso.

Process (Proceso): serie de pasos que transforma (y, se espera, añade valor) a las entradas.

Output (salidas): el producto o servicio utilizado por el cliente.

Client (Cliente): persona, empresa o proceso que recibe la salida del proceso.

Como metodología del sistema, en el diagrama SIPOC no es conveniente ser demasiado ambicioso al establecer los límites del proceso que está estudiando, ni entrar en muchos detalles.

Una vez completado el mapa SIPOC, el equipo puede centrarse en la etapa (o etapas) donde cree que puedan encontrarse las causas de los síntomas reflejados en la declaración del problema. Basándose en su experiencia, los miembros del equipo tienen que tratar de visualizar, de forma razonada, cual de las etapas es la que merece la pena investigar en detalle. Hay que tener mucho cuidado en este paso, puesto que las “intuiciones razonadas” y las teorías sin sentido se parecen mucho

entre sí. Sólo los datos y sus análisis pueden en definitiva confirmar o descartar las teorías iniciales.

El SIPOC de proceso va a contemplar las siguientes acciones

1. Identificar el proceso objetivo por su nombre.
2. Definir el alcance del proceso.
3. Elaborar una lista de las salidas y de sus clientes.
4. Elaborar una lista de los proveedores y de las entradas que proporcionan.
5. Identificar los “facilitadores” del proceso (cualquier cosa que no es consumida ni transformada en el proceso, pero que hace que éste pueda llevarse a cabo. El equipamiento por ej., es un “facilitador” de muchos procesos. No es una entrada porque no se consume ni transforma, pero el proceso no podría funcionar sin él).
6. Reflejar por escrito los requisitos de cliente para las salidas (resultados)
7. Dibujar el proceso SIPOC como un diagrama de bloques, donde cada uno de ellos representa una actividad importante o una sub etapa del proceso.
8. Validar el diagrama SIPOC con terceras personas.

Para completar los diagramas SIPOC del DECAB, se incluyó una columna adicional dónde, de acuerdo con el personal de cada actividad, se detectó los problemas, cuyas causas todavía no se las conoce.

Luego de la definición del SIPOC, es necesario completar la visión de los procesos con el Diagrama de flujo de los mismos, la narración y la búsqueda de la Variables Críticas para la Calidad (VCC). Para esta búsqueda se aplica la Técnica del grupo nominal que se utiliza para jerarquizar propuestas. En este caso, el equipo se reúne para lograr consenso entre sus participantes cuando los asuntos o propuestas no pueden ser cuantificados o cuando es muy difícil hacerlo. El modo de operación es el siguiente: cada miembro del equipo, de

manera individual, jerarquiza las ideas, es decir, le asigna un orden de acuerdo a su importancia. Después se combinan las jerarquizaciones de todos los miembros del equipo y se suman. La idea con el número mayor será la más importante.

2.3.7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con los elementos mencionados: cuadro de proyecto, SIPOC, diagrama de flujo, narración del proceso y cuadros de búsqueda de las VCC de los procesos de Investigación y Extensión (técnica del grupo nominal), se completa la identificación de los procesos clave cuyos problemas demandan la investigación de causas, para poder aplicar luego las propuestas de mejoramiento.

2.4. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES

Todo proceso tiene clientes. Ellos son quienes reciben el producto o servicio del proceso escogido para mejorar y además tienen necesidades que debe satisfacer el proveedor. Para cada necesidad que se satisfaga hay ciertos requisitos que son características de la necesidad que determinan si el cliente queda satisfecho. Es necesario recordar que todos los participantes en la cadena de valor tienen que centrarse en servir al cliente final o todos perderán.

Los procesos de Investigación y Extensión tienen sus propios clientes ya identificados.

2.4.1. ANÁLISIS Y PRIORIZACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.

No todas las necesidades del cliente surgen de la misma forma, ni todos los clientes consideran todos los defectos como de igual importancia. Cada caso debe ser particularizado y para ello el cliente y el problema deberán ser evaluados cuidadosamente. Es posible incluso que lo que satisfacía a ciertos clientes el año pasado, este año ya no lo haga. Las necesidades del cliente por tanto deben ser actualizadas de acuerdo a las demandas. Es importante que él diga lo que necesita y sea escuchado. Recoger, traducir y asignar medidas a sus necesidades, es casi más un arte que una ciencia, pero es un arte importante, porque si no se satisfacen vienen a ser defectos del proceso y Seis Sigma tiene como objetivo disminuir al mínimo los defectos.

Los clientes más numerosos y frecuentes tienen que ver con el proceso de extensión y dentro de este proceso con el subproceso del servicio de análisis. El DECAB cuenta con un sistema que permite recoger los datos de los requisitos del cliente, basado en los procedimientos de un sistema acreditado.

Se debe tomar en cuenta dos categorías críticas de requisitos de cliente:

- **Requisitos de resultado:** son las características del producto y del servicio final que se entrega al cliente al completar el proceso, y;
- **Requisitos de servicio:** son las formas como espera el cliente ser tratado durante el proceso. Algunos requisitos de servicio salen a la luz en los “momentos de verdad”, es decir, cuando el cliente externo, el que paga, entra en contacto directo con los productos, servicios y personal de su organización y elabora un juicio de valor sobre la calidad que recibe.

Los requisitos de resultado y los requisitos de servicio van a ser definidos por las encuestas realizadas a los clientes del DECAB.

2.5. MEDICIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ACTUAL.

En esta fase se calcula el actual desempeño Sigma del proceso.

La medición del sistema de gestión actual tiene dos partes:

- 1) Planificar y medir el rendimiento frente a los requisitos del cliente, y;
- 2) Llevar a cabo las medidas de defectos de la situación inicial e identificar las oportunidades de mejora.

Como se sabe en esta segunda fase del proyecto, las VCC se deben medir en forma consistente, es decir, estableciendo su situación actual (baseline) y sus metas.

2.5.1. PLANIFICAR Y MEDIR EL RENDIMIENTO FRENTE A LOS REQUISITOS DEL CLIENTE

El plan de recogida de datos tiene cinco etapas:

1. Seleccionar lo que se quiere medir
2. Desarrollar definiciones operativas
3. Identificar las fuentes de datos
4. Preparar el plan de recogida y muestreo
5. Implementar y perfeccionar el proceso de medida

En la etapa Definir se identifica los problemas principales a los que se enfrenta el proyecto DMAMC además de los requisitos críticos de los clientes, para lo cual se utiliza el Cuadro de proyecto y luego la Tabla SIPOC, el diagrama de flujo y la narración del proceso. Con ello se logra definir los principales problemas que presentan uno o dos subprocesos que todavía deberán ser analizados para saber si

es que permiten la determinación de Seis Sigma en base a los datos recabados. Las medidas sirven para validar o refinar la percepción del tamaño y frecuencia del problema, así como el grado de cumplimiento actual de los requisitos de cliente. Estas medidas definidas en el árbol crítico para la calidad CTQ (Critical To Quality) permiten el recuento del número de defectos que muestran las salidas del proceso centrándose en la definición de medidas “críticas para la calidad”. Esta medida debe ser analizada para determinar su valor Sigma.

Se procede en la siguiente forma:

1. Se identifica una salida importante para los clientes (utilizando el diagrama SIPOC)
2. Se identifica una característica de esa salida que sea crítica para la calidad (CTQ)
3. Se realiza una tormenta de ideas para obtener tipos de datos específicos.
4. Se comprueba si el diagrama final es realista; y,
5. Se confirman los datos que se va a recoger.

2.5.2. LLEVAR A CABO LAS MEDIDAS DE DEFECTOS DE LA SITUACIÓN INICIAL E IDENTIFICAR LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA

Los pasos siguientes se los realiza de acuerdo a cualquier metodología que adopte el plan de recogida de datos indicado al principio de este capítulo. En este caso se aplicó la Norma ISO 17025 para recabar los datos de los años 2006, 2007 y 2008 y por lo tanto se cumple con lo requerido.

Para identificar las medidas de mejora se debe determinar el valor Sigma de acuerdo al proceso indicado en el Anexo XII antes de buscar la causa raíz y proponer la mejora correspondiente.

2.6. ANÁLISIS, PRIORIZACIÓN Y GUÍAS DE APLICACIÓN DE MEJORAS DE ACUERDO AL SISTEMA SEIS SIGMA.

2.6.1. INTRODUCCIÓN

Cuando se ha medido los problemas, y determinado los defectos, conviene investigar sus causas. Para ello se dispone de dos clases de procedimientos:

- **Análisis de datos**, para buscar patrones, tendencias y otras diferencias que puedan sugerir, apoyar o rechazar teorías sobre las causas de los defectos.
- **Análisis de procesos**, para examinar a fondo los principales procesos que intentan cumplir con los requisitos de cliente e identificar subprocesos que no añadan valor.

La utilización de estas herramientas no tiene ningún orden de prevalencia. Se puede empezar por cualquiera de las dos, pero en todo caso, existen tres etapas para el análisis de las causas raíz:

1. **Exploración:** investigar los datos y/o el proceso para ver qué se puede aprender de ellos.
2. **Generación de hipótesis sobre las causas:** utilizar los nuevos conocimientos para identificar las causas más probables de los defectos.
3. **Verificación o eliminación de las causas:** utilizar los datos, la experimentación o un análisis más detallado del proceso, para comprobar cuáles de las potenciales causas, contribuyen de manera significativa al problema.

Aunque la simplicidad y el orden lógico son obvios, es necesario pasar por varias rondas de exploración – hipótesis – verificación antes de precisar con exactitud las causas raíz de los problemas sin perder el objetivo buscado.

2.6.2. ANÁLISIS DE DATOS: EXPLORACIÓN

El objetivo de los análisis de datos es buscar un significado a los números, para lo cual se debe empezar conociendo solo lo necesario, lo cual significa establecer claramente el problema.

2.6.3. ANÁLISIS DE PROCESOS: EXPLORACIÓN

Para este tipo de análisis, se utilizan, el SIPOC, el diagrama de flujo y la narración del proceso, actividades que deben realizarse para poder descubrir finalmente la VCC más importante y más factible de evaluación actual.

2.7. REALIZACIÓN DE PRUEBA PILOTO CON LA MEJOR ALTERNATIVA.

2.7.1. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE UNO DE LOS PROCESOS CRÍTICOS DEL DECAB.

Esta es la etapa para mejorar los procesos y demanda mucha creatividad para las propuestas de solución y adopción de la mejor, para realizar la prueba piloto que servirá, con los ajuste adecuados para la implantación en grande del sistema de calidad.

Aquí se deberá aplicar diagramas de Gantt, mapas de proceso (SIPOC), diagramas de árbol, y también la tormenta de ideas que en el caso del DECAB, parece la más conveniente por provenir de gente que ha pasado un buen tiempo trabajando en los campos ciencia y tecnología de alimentos. Es preciso de todas maneras buscar la practicidad de las ideas para poder implementarlas sin mayores problemas.

Una buena ayuda para el desarrollo de soluciones es el diagrama del árbol que organiza los diferentes componentes de un objetivo en varios grupos relacionados de tareas, pero también puede ser válido el diagrama de Ishikawa que da a conocer las causas del problema, en base de las cuales se busca las soluciones del o de los problemas.

Aparte del diagrama de Ishikawa, conviene señalar la utilidad del diagrama de árbol que es muy utilizado para planificar las soluciones, pues con él se puede identificar las estrategias y tácticas necesarias para alcanzar un objetivo específico y además identificar los indicadores y medidas relacionados con un objetivo determinado.

Si se tiene las estrategias y tácticas, se puede planificar las actividades con un responsable y un tiempo de ejecución para que el sistema se ponga en marcha.

El problema debe ser crítico y bien definido y sobre todo tiene que tener los índices de gestión perfectamente claros y manejables.

Luego de haber tomado una decisión para solucionar el o los problemas, el equipo está listo para implementar la mejora escogida. No se debe olvidar en esta fase el manejo de las cinco "P": **p**lanificación, **p**ruueba, **p**revención de **p**roblemas y **p**roactividad.

La **p**lanificación debe utilizar un diagrama de Gantt y por supuesto manejar los indicadores de gestión adecuados.

La **p**ruueba debe tener un tiempo limitado, clientes seleccionados, alcance y recursos limitados, simulación real, pero no hay que olvidar que el objetivo de la prueba piloto es *aprender* lo que funciona bien, lo que funciona mal y qué cambios pueden ayudar a mejorar la efectividad de la solución.

La **p**revención de **p**roblemas es una forma de pensar en todas las facetas negativas que se pueden presentar durante la prueba y evitarlas.

La **p**roactividad significa que en vez de esperar a que los problemas ocurran o a que la variación aumente, el equipo Seis Sigma busque los caminos para anticiparse a esos cambios y haga lo posible para solucionarlos.

Sin embargo la aplicación de esta fase, por circunstancias administrativas fuera del alcance del equipo que maneja el proyecto, no puede darse por el momento y solamente se realizará la propuesta de mejora, para que cuando se solucionen algunas situaciones imprevistas se pueda poner en práctica el ensayo piloto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DEFINICIÓN DE MISIÓN Y VISIÓN

La declaración de Misión Institucional acordada por el DECAB es la siguiente:

“El DECAB es un Departamento de la Escuela Politécnica Nacional que realiza actividades de docencia, investigación y servicios con normas de excelencia, en las áreas de post cosecha, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición y bioprocesos para el desarrollo sostenido y sustentable del país”

Declaración de la Visión Institucional:

“El DECAB es un Departamento de la Escuela Politécnica Nacional con funciones de Docencia, Investigación y Extensión, que responden a la necesidad de desarrollo armónico del país y que ejecutadas con normas de excelencia, inducirán cambios en la Escuela Politécnica Nacional y generarán un centro de actividad científica y tecnológica reconocido a nivel nacional e internacional”

Valores del DECAB:

- Honradez (estar libre de engaños)
- Compromiso (responder con pasión a las propias elecciones)
- Humildad (ser auténtico y sin pretensiones ni arrogancias)
- Paciencia (mostrar dominio de uno mismo)

- Respeto (tratar a los demás como si fueran gente importante)
- Compromiso para la formación de recurso humano
- Capacidad para desarrollar ciencia y tecnología
- Experiencia vasta en Investigación y Extensión
- Innovación y creatividad

Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del DECAB:

Fortalezas

Recurso humano de alto nivel y amplia experiencia

Buen equipamiento de laboratorios y planta piloto

Laboratorios acreditados con norma ISO 17025

Personal con dedicación exclusiva

Contacto con instituciones similares y organismos internacionales

Contactos con el sector productivo externo y con los entes públicos de producción

Oportunidades

La producción alimenticia es un campo de acción prioritario

Existe confianza del medio externo

Existen fuentes de financiamiento disponibles

Los campos de investigación en alimentos son diversos

Existen contactos internacionales

Existe la demanda de organismos públicos y privados

Existe la posibilidad de desarrollar trabajos multidisciplinarios

Existe demanda de tecnologías de producción más limpia

Debilidades

Ausencia de estudios de Mercado y Mercadeo (marketing)

Irregular mantenimiento de equipos

Atención mediocre al cliente

Laboratorios con horarios inconvenientes

Faltan sistemas de seguridad

Liderazgo rígido de coordinación

Lentitud en la consecución de materiales

Individualismo

Falta de motivación

Escasa promoción del Departamento

Escasez de publicaciones científicas

Amenazas

Sistema administrativo financiero vigente

Escasa capacidad de compra de servicios tecnológicos

Sistema administrativo de compras, manejo de fondos y manejo de personal rígido y poco eficiente

Resistencia de la EPN al cambio

Proliferación de institutos y laboratorios privados

Poca presencia de un sistema nacional de ciencia y tecnología

Conformación del equipo para el desarrollo del Proyecto Seis Sigma:

La lista completa ordenada por alfabeto, funciones y roles se puede ver en la Tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1. Lista de personal con funciones y roles en Seis Sigma

NOMBRE	TÍTULO	ROL
DOCENTES		
Pablo Pólit	Ingeniero Químico. MSc.	Líder de Seis Sigma
Jorge Dávila	Ingeniero Químico	Líder de implementación
Oswaldo Acuña	Ingeniero Químico	Patrocinador
Neyda Espín	Ingeniera Química MSc.	Patrocinador
Izurieta Bolívar	Ingeniero Químico MSc.	Patrocinador
Elman López	Ingeniero Químico MSc.	Patrocinador
Silvia Oleas	Ingeniera Química	Patrocinador
Jenny Ruales	Ingeniera Química PhD.	Patrocinador
Jaime Cadena	Ingeniero Industrial MSc.	Asesor Senior
Fernando González	Ingeniero Químico. MBA.	Asesor Senior
Gustavo Herrera	Matemático MSc.	Asesor Senior
Oswaldo Acuña	Ingeniero Químico	Cinturón verde
PERSONAL DE LABORATORIO		
Rosario Barrera	Doctora en química y farmacia	Cinturón amarillo
Elena Coyago	Ingeniera Química	Cinturón amarillo
Susana Fuertes	Doctora en química y farmacia	Cinturón amarillo
Johnny Lucas	Ingeniero mecánico	Cinturón amarillo

Irma Paredes	Doctora en química y farmacia	Cinturón amarillo
<p>Tabla 3.1. Lista de personal con funciones y roles en Seis Sigma (continuación)</p> <p>PERSONAL DE APOYO</p>		
Rodrigo Guachamín	Ayudante bioprocesos	Cinturón amarillo
Héctor Ortiz	Asistente de planta piloto	Cinturón amarillo
Amada Paladines	Secretaria	Cinturón amarillo
Germán Romo	Ayudante de laboratorios	Cinturón amarillo
Nancy Toapanta	Conserje. Auxiliar de limpieza	Cinturón amarillo
Susana Velazquez	Asistente de proyecto Seis Sigma	Cinturón amarillo

3.2. CAPACITACIÓN DEL EQUIPO

En el caso del DECAB, se cumplió en lo posible con el plan de capacitación, teniendo en cuenta que casi todo el personal del DECAB ha estado inmerso en algún proyecto de calidad de tal manera que existen ya las bases culturales de estos proyectos. Se ha tenido todo el proceso de calidad del IIT (antiguo DECAB) en los años 93 – 95 y todo el proceso de implementación de la Norma 17025 en los laboratorios de bromatología y microbiología del DECAB en el Período 2002 – 2006. Todas estas bases fueron revisadas y reforzadas con el conocimiento de la metodología y herramientas utilizadas en Seis Sigma para cumplir con sus propósitos y metas.

La metodología empleada y puesta en práctica por el Líder del proyecto consistió en describir cada una de las etapas del proyecto y facilitar las herramientas correspondientes a los miembros participantes. Así en la fase de la Definición se manejó la hoja de trabajo para el cuadro de proyecto DMAMC, la hoja de trabajo para la declaración del problema/oportunidad, el diagrama de Gantt y la hoja de trabajo para el análisis de las “partes interesadas” del proyecto. También se manejó la hoja de trabajo para la declaración de requisitos de los clientes y por supuesto el formato para el mapa y análisis SIPOC. Muy importante en esta fase la utilización de la técnica del grupo nominal que ayuda a jerarquizar los aspectos indefinidos.

En la etapa Medir se emplearon la siguientes herramientas: árbol de CTQ, que relaciona la medida con una salida importante del proceso, manejo de factores de estratificación, árbol de evaluación de medidas que relaciona la recogida de datos con los aspectos más importantes del proyecto, el muestreo de procesos y poblaciones que ayuda al equipo a decidir cuándo debe recoger datos de un proceso o de una población y cuántos datos serían suficientes para obtener conclusiones válidas y hoja de trabajo para cálculo de Sigma.

En la etapa analizar se consideró el gráfico y análisis de Pareto, el gráfico de tendencia y el histograma cuando fue posible y cuando se disponían de datos,

el análisis de causa efecto (espina de pescado o diagrama de Ishikawa), diagrama de relaciones, diagrama de dispersión, diagramas de flujo y reuniones de consenso.

Todas estas herramientas se utilizaron de acuerdo a los datos disponibles y siempre se buscó la significancia estadística.

Por otro lado, los tres aspectos de los que se habla en la metodología de este proyecto (auditoría de procesos, evaluación de conocimientos, habilidades y aptitudes, y evaluación de las actitudes del empleado), se cumplieron en la siguiente forma:

La auditoría de procesos se la revisó en los mapas de procesos. La evaluación de conocimientos, habilidades y aptitudes se la tiene en base de los informes de actividades de cada miembro del equipo y la evaluación de las actitudes del empleado se las iba detectando con el progreso del proyecto, tratando siempre y en forma directa de que sean positivas.

En cuanto se refiere al presupuesto de operación que básicamente contemplaba salario del entrenador, derechos de consultoría, espacio y materiales de clase, tiempo de trabajo y salarios de los directivos, las cubría la Escuela Politécnica Nacional, en base a la autorización de la realización del Proyecto por parte del Jefe del Departamento.

Del proyecto de calidad del IIT (antiguo DECAB) existe una documentación bastante completa que contempla todos los procesos del DECAB, lo cual fue útil para la determinación de la Misión y Visión. El proceso en sí fue dejado de lado con el cambio de autoridades y en los últimos tiempos se enfocó la atención en el proyecto de acreditación de laboratorios con la norma ISO 17025 vigente hasta la actualidad, pero en peligro de interrupción por falta de eficiencia y eficacia.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS CLAVE Y DE LOS CLIENTES PRINCIPALES

3.3.1. MAPA DE PROCESOS

De acuerdo al examen global del DECAB, se logró la siguiente identificación de procesos:

Identificación de procesos estratégicos:

Planificación estratégica, Gestión de la calidad, Estudios de mercado.

Identificación de los procesos clave:

Docencia, Investigación, Extensión.

Identificación de los procesos de apoyo:

Gestión financiera, Gestión legal, Gestión de apoyo académico, Gestión administrativa, Gestión de vinculación y marketing.

Esta relación de procesos interactuantes se la puede presentar como se expresa en la Figura 2.3.1 dónde se ve como factor central determinante, la presencia del usuario (cliente) que involucrado en todos los procesos lo convierten finalmente en el usuario o cliente satisfecho, que viene a ser la expresión efectiva de la calidad total.

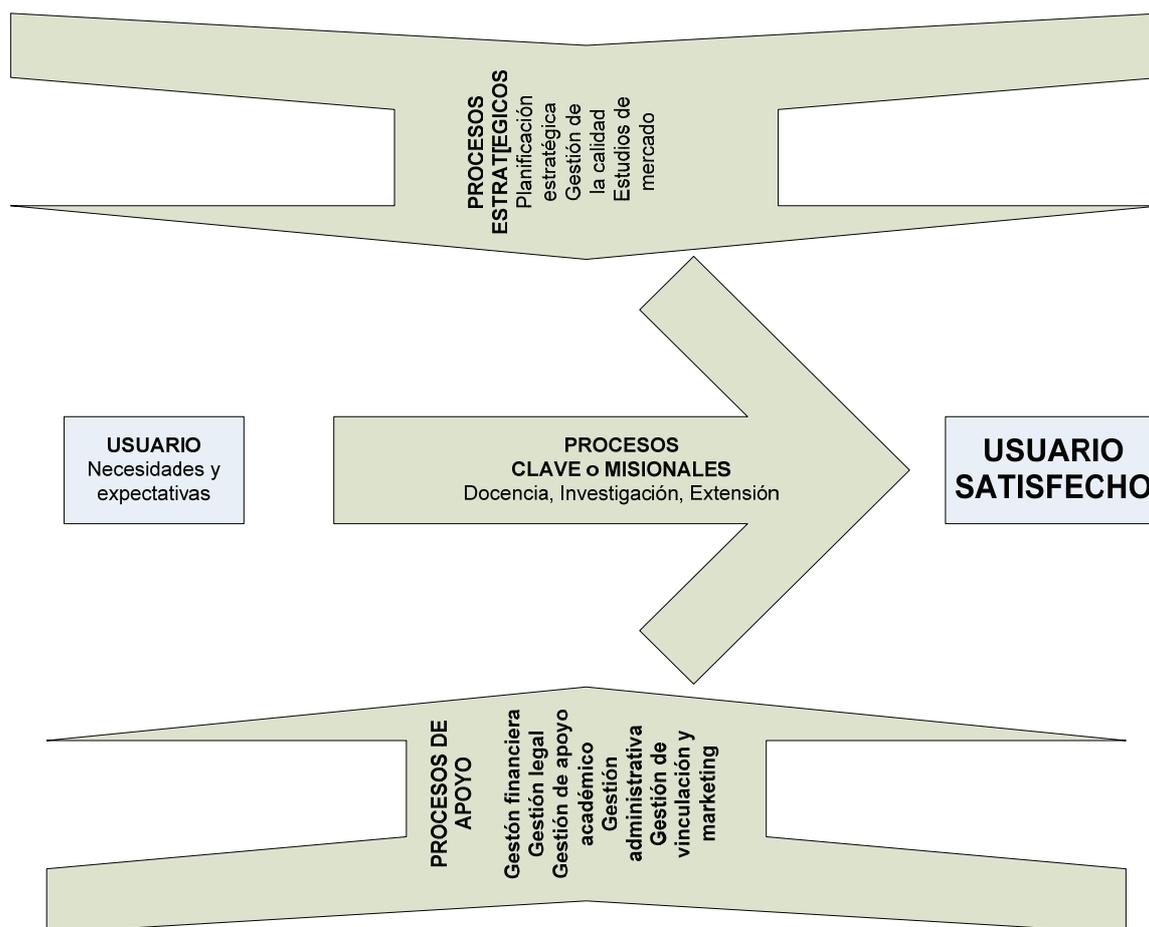


Figura 3.3.1. Mapa de procesos del DECAB

El mapa de procesos del DECAB de la Figura 3.3.1 es el mapa ideal, cuyas falencias se expresan en la Figura 3.3.2. Allí se descubre cómo es en realidad el mapa, lo cual facilita el conocimiento de sus puntos débiles, y orienta en un primer momento, hacia la búsqueda de soluciones creativas eficaces, eficientes y efectivas.

El Mapa de procesos que se puede ver en la Figura 3.3.1, se presenta actualmente en la forma siguiente:

Identificación de procesos estratégicos:

Planificación estratégica (no existe), Gestión de la calidad (existe parcialmente), Estudios de mercado (no existen)

Identificación de los procesos clave:

Docencia, Investigación, Extensión (Existen sin reglamentación clara ni suficiente)

Identificación de los procesos de apoyo:

Gestión financiera (tiene trabas burocráticas), Gestión legal (existe), Gestión de apoyo académico (existe parcialmente), Gestión administrativa (existe sin consenso del personal), Gestión de vinculación y marketing (existe parcialmente).

Este mapa (Figura 3.3.1) expresa claramente las imperfecciones de los procesos del DECAB, que deberán ser corregidas metódicamente y con miras a la excelencia.

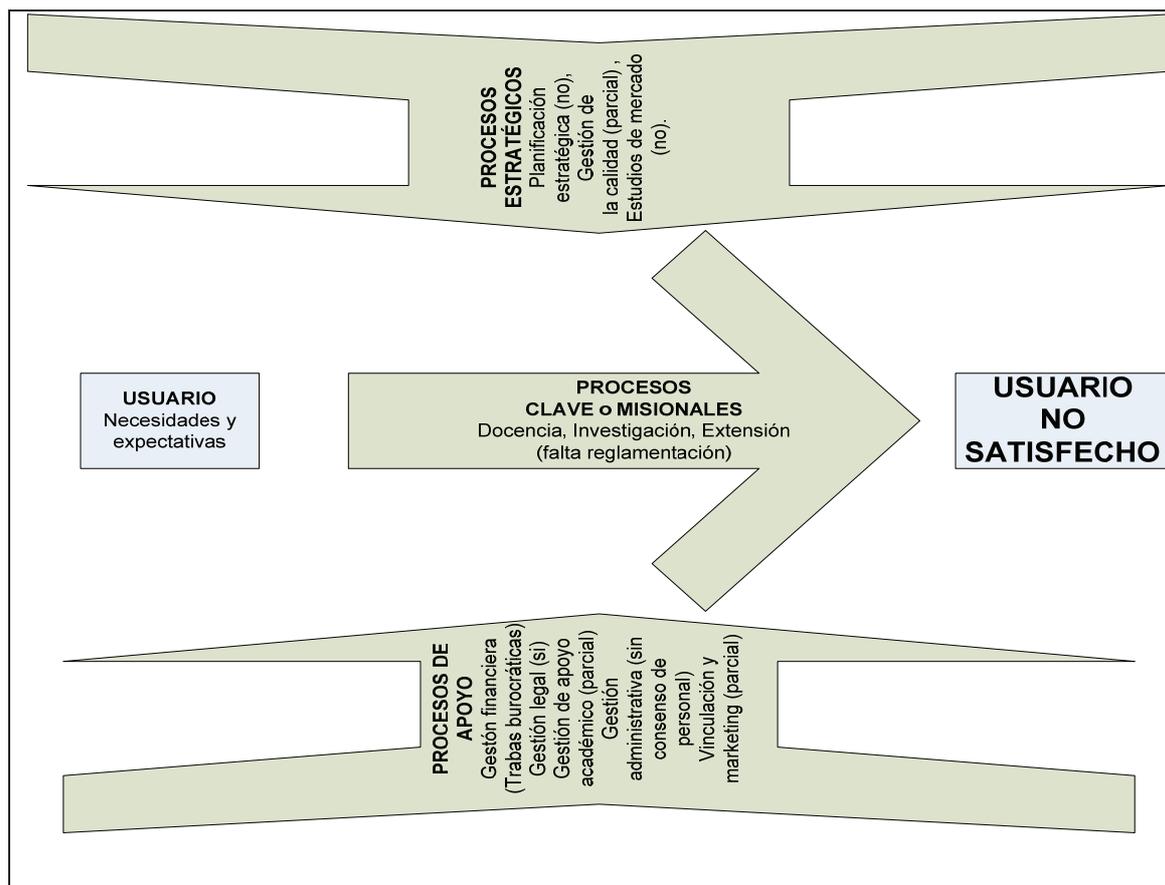


Figura 3.3.2. Mapa de procesos del DECAB

3.3.2. ORGANIGRAMA FUNCIONAL DEL DECAB

Un Organigrama funcional es un diagrama sencillo que indica la estructura operativa de los diferentes procesos clave, aunque no establece la interrelación entre ellos. Sirve para considerar todos los elementos funcionales de un Departamento con su propia complejidad que deberá desplegarse para ser valorado y seleccionado como núcleo de mejoramiento.

En la Figura 3.3.3 se ve claramente los procesos clave o funciones del DECAB: Docencia, Investigación y Extensión, donde se encontrará los problemas que afectan la eficiencia, eficacia y efectividad del departamento. Sin embargo se debe decir que en este contexto, solo los procesos de investigación y extensión pueden ser mejorados por gestión propia del DECAB. Docencia depende de factores no controlables por el DECAB y por lo tanto no existe una posibilidad de mejoramiento manejada por el Departamento.

Es interesante ver que el proceso de Investigación tiene Proyectos y Programas y que el proceso de extensión cuenta con los subprocesos de Consultoría e Ingeniería, Educación continua y Servicios. Los servicios son básicamente servicios técnicos y análisis químico, microbiológico e instrumental, todos ellos factibles de mejoramiento, pero estableciendo prioridades y complejidad progresiva para permitir que el equipo humano adquiera la experiencia necesaria para acometer problemas cada vez más complejos.

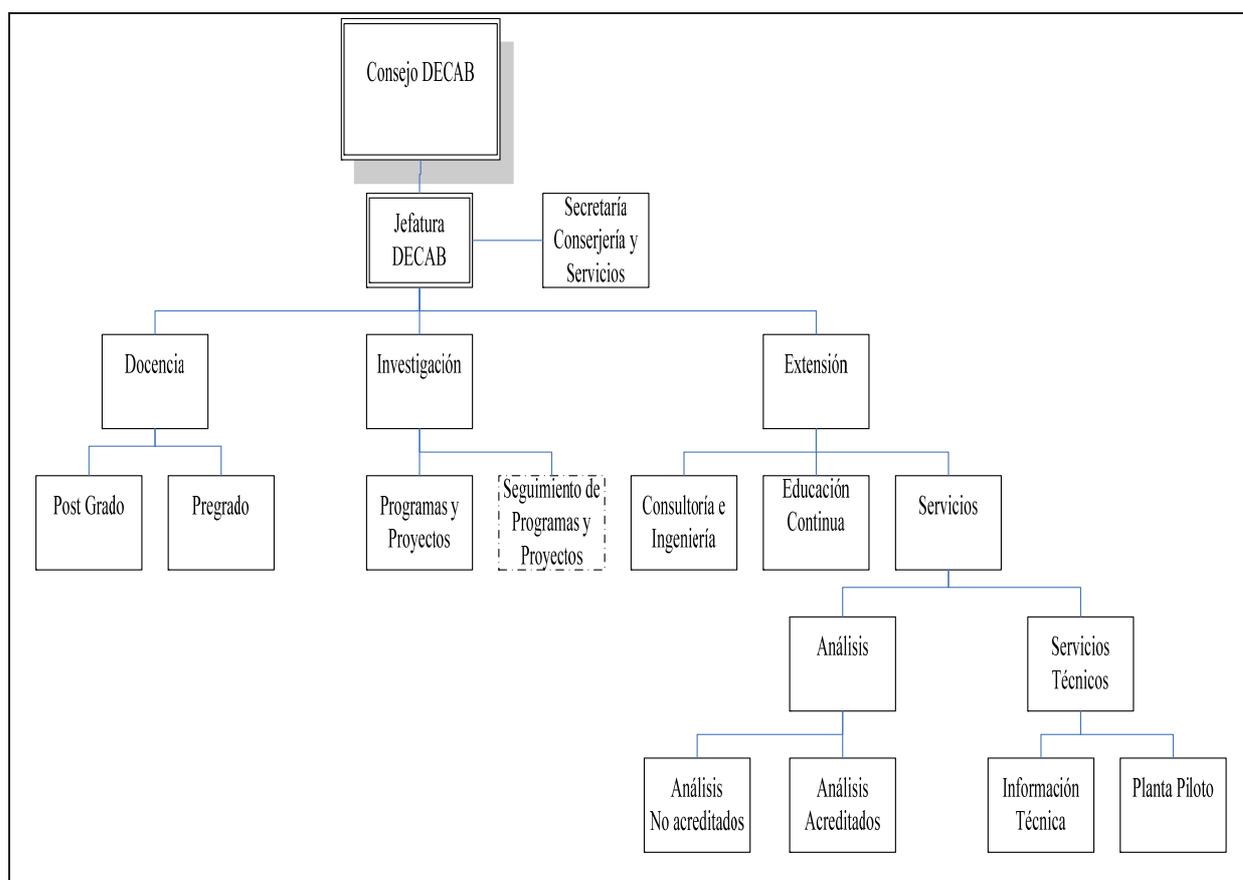


Figura 3.3.3. Organigrama Funcional del DECAB

3.3.3. ENTORNO DEL DECAB

El entorno del DECAB, y los procesos que desarrolla, fueron ampliamente analizados en las IV Jornadas de discusión de planificación institucional de la Escuela Politécnica Nacional en el mes de Noviembre del 2007, pero por lo mismo que se habla de entorno, se tiene que aceptar cierta dinámica con el tiempo y por ello es interesante comparar con los índices y parámetros actuales.

Los valores del PIB y tasa de crecimiento del país demuestran una cierta estabilidad: para el año 2007, 43.758 millones de dólares y 4.11 % respectivamente. La proyección de la tasa de crecimiento a Noviembre de 2008 es de 6.2 % con un PIB semejante. Sin embargo por factores externos de la economía mundial y por problemas internos, se tiene una proyección del PIB para el 2009 del 2%. Esto significa una caída de la producción y un ajuste de presupuestos a todo nivel.

En cuanto al crecimiento del PIB por rama de actividad, se tiene sectores negativos como la agricultura (-1.8 %) y la refinación de productos petroleros (-2.8%) en tanto que la pesca y la intermediación financiera acusan crecimientos notables (22 y 18 % respectivamente). Significa que la actividad agroindustrial debe ser fuertemente estimulada y apoyada.

La economía de las ramas vinculadas con el petróleo frente a la economía de las que no están relacionadas con él es totalmente diferente: mientras que las primeras tienen un ascenso importante por los precios del petróleo, las segundas tiene un franco descenso. Las tasas de exportación e inversión también han descendido. La emigración que en 2003 llega a 2.3 millones de personas marca la tónica del grave problema que tiene el país por la falta de fuentes de trabajo. La pobreza a la que está sometida el mayor porcentaje de la población ecuatoriana es el principal problema que afronta el Ecuador. Actualmente (Junio, 2009), el nivel de inflación anual es 5.41 %

El pago de intereses y amortizaciones de la deuda pública absorbe un porcentaje alto de los ingresos corrientes (entre 20 y 30 % del presupuesto del estado)

Las tasas de interés que son 3 veces más altas que las internacionales (alrededor de 9.33%), en un contexto de dolarización, no han permitido la adecuada recuperación del aparato productivo.

La demanda de ciencia y tecnología en el país no está muy visualizada en los sectores tradicionales y pobres de la población, mientras que en el sector pudiente se utiliza tecnología pero muy poco se asimila o apropia.

En términos de oferta de ciencia y tecnología, existen en el país contados centros de investigación y universidades que se dedican a investigar. De las 74 universidades que existen en el país, la SENACYT estima que solo 8 están en capacidad de hacerlo (entre éstas está la EPN)

“La docencia, debe ser analizada de acuerdo a las necesidades profesionales del país para lo cual, se supone, deben existir mallas curriculares de enseñanza respaldadas por buenos profesores e infraestructura física adecuada”. Comentario: no es actividad fundamental del DECAB, la docencia. Es al momento más bien un servicio prestado y su organización y reglamentación se genera en otras instancias de la EPN.

“En cuanto a la investigación, se debe decir que no existe todavía una Política Nacional que guíe esta actividad de acuerdo a las demandas urgentes del país (líneas de investigación), ni la cultura de investigación compartida con otras universidades. En la EPN está priorizado lo administrativo sobre lo académico y lo docente sobre la investigación”. Comentario: existe sin embargo, desde hace poco tiempo, 10 de Julio del 2008, un fondo propio para la investigación - Proyectos semilla - lo cual es un buen augurio, a pesar de que: a) no están ajustados estrictamente, a una línea de investigación fijada en base de las necesidades prioritarias del país, y; b) no son fondos seguros, pues pueden ser retirados por el Estado debido a la crisis económica nacional (Enero 2009).

“La extensión si bien es de calidad, no está estructurada de acuerdo a las necesidades valoradas del país, no cumple con los plazos necesarios y carece del respaldo total de las autoridades.” Comentario: cabe mencionar que la investigación y la extensión, practicadas en el DECAB, son procesos clave que pueden ser mejorados por acción exclusiva del DECAB, dentro del lineamiento básico de los Estatutos de la Escuela Politécnica Nacional.

“Hay por otro lado una deficiente estructura administrativo – financiera y existe desgraciadamente una actitud pasiva de los actores de la EPN (autoridades,

profesores y estudiantes) frente a problemas que deberían ser solucionados en forma inmediata”. Comentario: la falta de apertura de la Institución hacia el medio externo y la falta de capacidad, en cuanto a volumen de trabajo se refiere, hace que la demanda de laboratorios y planta piloto sea baja. La promoción institucional a nivel nacional e internacional es escasa.

De lo dicho anteriormente se derivan los problemas generales que se “perciben” al momento. El descubrimiento de las causas de fondo y las propuestas reales de mejora son posibles, sin embargo, con la aplicación de una metodología adecuada.

3.3.4. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

A continuación el Cuadro de Proyecto de Investigación que se ve en la Tabla 3.3.1 y de extensión en la Tabla 3.3.2, desarrollados con el aporte (lluvia de ideas) de todos los miembros del equipo.

Tabla 3.3.1. Cuadro de proyecto: Investigación

Título del proceso: INVESTIGACIÓN	
<p>Responsable de proceso: Ing. Bolívar Izurieta</p> <p>-----</p> <p>Caso de negocio: Uno de los objetivos del DECAB es realizar investigación científica y tecnológica en función del conocimiento de la realidad nacional, para elevar la calidad de vida del ecuatoriano, mejorar la eficiencia y competitividad de sus empresas y lograr la seguridad alimentaria.</p> <p>Los beneficios serían la generación de conocimiento científico, optimización de procesos, o la generación de valor agregado a una materia prima o servicio.</p>	<p>Miembros del equipo: Ing. Jorge Dávila Ing. Pablo Pólit Dra. Jenny Ruales</p>
<p>Declaración del problema/ oportunidad: El número de proyectos de investigación captados, es pequeño.</p>	<p>Declaración del objetivo: Conseguir proyectos de investigación con presupuesto, en base a necesidades del país.</p>
<p>Tabla 3.2. Cuadro de proyecto: Investigación (continuación)</p> <p>Alcance del proyecto, restricciones y compromisos: Empieza con el Planteo del problema y presentación de la propuesta y termina con la presentación del informe final y aplicación de los resultados obtenidos. Las restricciones están dadas por los fondos disponibles y por el tiempo dedicado al proyecto o programa.</p>	<p>“Partes interesadas” Empresas públicas y privadas. Director y participantes en el proyecto o programa. Entes crediticios. Universidades y Politécnicas nacionales o privadas INIAP. Usuarios finales de los resultados Proveedores de materias primas</p>

Los compromisos deben estar definidos exactamente como hitos del proyecto o programa		
Planificación preliminar	Fecha objetivo	Fecha real
Fecha de comienzo:	2008/01/02	2008/01/02
Definir	2008/02/01	2008/02/01
Medir	2008/05/02	2008/05/02
Analizar	2008/06/01	2008/06/01
Mejorar		
Controlar		
Fecha de finalización:		

Nótese que con estos cuadros, solo se tiene una visión inicial de los procesos con sus problemas aparentes y sus propuestas preliminares. Además hay que definir la planificación preliminar con fechas objetivo y reales. Es el punto de partida. Luego se irá profundizando en los problemas y en la selección de las variables críticas para la calidad (VCC).

Tabla 3.3.2. Cuadro de proyecto: Extensión

Título del proceso: EXTENSIÓN	
Responsable de proceso: Ing. Oswaldo Acuña ----- Caso de negocio: La extensión no es más que el apoyo para lograr la aplicación de conocimientos en las tareas de tecnología, ingeniería, capacitación y servicios técnicos que a su vez comprenden análisis, información técnica y utilización de planta piloto. Este proyecto es importante porque es parte de la Misión de la EPN.	Miembros del equipo: Ing. Jorge Dávila Ing. Elman López Ing. Pablo Pólit Ing. Neyda Espín Dra. Jenny Ruales
Declaración del problema/ oportunidad: Los servicios de extensión que debería realizar el DECAB están seriamente limitados por algunos factores que deberán evaluarse.	Declaración del objetivo: Realizar trabajos de extensión que satisfagan la demanda.
Alcance del proyecto, restricciones y	“Partes interesadas”

compromisos: El proyecto se inicia con la demanda de servicios y llega hasta el informe final de resultados y si es necesario hasta su aplicación. La restricción básica es la falta de un estudio de mercado y la aparente falta de capacidad de laboratorios. El compromiso está en el mejoramiento de los subprocesos y control de los mismos. (monitoreo)		Gobierno nacional y otros clientes externos Empresas de servicios y producción Estudiantes de pregrado y postgrado Analistas y docentes del DECAB	
Tabla 3.3. Cuadro de proyecto: Extensión (continuación)			
Planificación preliminar	Fecha objetivo		Fecha real
Fecha de comienzo:	2008/01/02		2008/01/02
Definir	2008/02/01		2008/02/01
Medir	2008/05/02		2008/05/02
Analizar	2008/06/01		2008/06/01
Mejorar			
Controlar			
Fecha de finalización:			

Este es quizá el proceso más importante en el sentido de comunicación con el medio externo y que exige el mínimo de dispersión para lograr el máximo de eficiencia y eficacia.

Los cuadros de proyecto de Postgrado y Docencia (Anexos VII y VIII) también se presentan para demostrar que estas actividades, a pesar de ser importantes para el DECAB, no dependen de él, en el sentido de poder ser manejadas soberanamente de acuerdo a una estrategia de mejoramiento. Solo se tiene que examinar la declaración del objetivo en los dos procesos para comprender que su mejoramiento depende de otras instancias ejecutivas.

3.3.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE CLIENTE

Antes de identificar los requisitos del cliente, es preciso identificarlos a ellos. Esto significa hablar de la SENACYT, Ministerio de agricultura, Ministerio de Salud, Ministerio de inclusión económica y social, etc., sin olvidar a los estudiantes de pregrado y de postgrado, al mismo DECAB, a la comunidad científica y al sector privado con sus necesidades de asesoría y apoyo.

En el área de la investigación no se han realizado encuestas de satisfacción del cliente, pero existen documentos de aceptación de los proyectos de investigación, con mención especial de felicitación por parte de los pares evaluadores, como han sido los casos de los proyectos de post cosecha y de aprovechamiento de la soya.

En el área de extensión, como se ve en el organigrama, se tiene tres campos: consultoría, educación continua y servicios, que a su vez consta del servicio de análisis y de servicios técnicos. Los clientes de esta área son numerosos y variados. El servicio de análisis, por ser un servicio internacionalmente acreditado necesita un tratamiento especial. Su aparente falta de eficiencia ha planteado la disyuntiva existencial por representar un costo elevado, que no reporta ganancias ni siquiera de cobertura, a pesar de que su calidad acreditada es un atractivo para las empresas o instituciones que requieren sus servicios. Los requisitos de este sector, a diferencia de los otros, están muy bien documentados (Anexos IX, X y XI) y cubren el período 2006 a 2008. En el año 2007, por ejemplo, de acuerdo a encuestas realizadas por el DECAB, se han manejado las empresas o productos que se representan en la tabla 3.3.3.

Tabla 3. 3.3. Empresas o productos que demandan servicios al DECAB

Empresa o Producto	Cantidad	%
1. Harinas y panificación	3	19
2. Agua	0	0
3. Cárnicos	1	6
4. Lácteos	0	0
5. Universidad	5	31
6. Frutas y vegetales	2	13
7. Fabricación de alimentos balanceados para animales	1	6
8. Confitería - Pastas Alimenticias - Chocolate semielaborado	1	6
9. Hidratantes	1	6
10. Estabilizantes para alimentos	1	6
11. No somos fabricantes	1	6
Total	16	100

y se han conocido sus inquietudes y deseos por medio de encuestas.

En el año 2007, el cliente principal ha sido la Universidad, probablemente por servicios aplicables a la investigación, seguido por harinas y panificación y luego por frutas y hortalizas que demandan trabajos relacionados con post cosecha y por fin otros clientes con productos variados y clientes particulares con intereses diversos.

Se descubre (Anexo X), que el principal requisito se refiere al pedido de mayor agilidad en los tiempos de entrega de los resultados de análisis (38 %), seguido por la flexibilidad de horarios y coordinación de proceso (6 % c/u). Estos datos indican que se puede generar una posible falla que disminuya la demanda del servicio: los plazos de entrega no son lo suficientemente ágiles.

3.3.6. MAPAS DE PROCESO E IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS CLAVE

Para identificar los procesos clave, es necesario recorrer algunos pasos. Así pues, se estableció los SIPOC o mapas de proceso de alto nivel, para cada una de las actividades del DECAB, antes de establecer sus diagramas de flujo, la narración correspondiente, la valoración de los subprocesos y la calificación del grupo nominal para encontrar finalmente las Variables Críticas para la Calidad (VCC).

En la Tabla 3.3.4 se puede ver el diagrama SIPOC para el proceso de Investigación.

Tabla 3.3.4. Diagrama SIPOC de Investigación

Proveedor	Entradas/ Requisitos	PROCESO	Salidas/ Requisitos	Cliente(s)	Problema
Estado. Usuarios externos e internos. Estudiante Financistas	Necesidad bien definida. / De acuerdo a necesidades del país expresadas por la Institución pública o privada.	Planteo del proyecto	Tema claro y explícito del tema/ Existencia del usuario. Factibilidad técnica de realización.	Empresas públicas o privadas. Instituciones o personas. Estudiantes de pre grado y post grado.	Falta análisis de la demanda nacional (pública o privada) Falta contacto con clientes potenciales. No hay información oportuna para las propuestas de investigación.
SENACYT Fundaciones Universidades Bancos DECAB	Directorio de fuentes. Contactos oficiales	Búsqueda de fondos para investigación	Fuentes reales para financiar proyectos	Estado Investigador Estudiante Empresario	Falta de mecanismos de acceso a las fuentes de financiamiento
DECAB Fundaciones. Universidades. EPN. Gobiernos. UE. Empresas	Contactos externos/ Condiciones blandas	Presentación de propuesta	Estudio de la propuesta/ Respuesta rápida.	DECAB Estudiante	No aparece
Tabla 3.3.4. Diagrama SIPOC de Investigación (continuación)	Propuesta. / Necesidades del cliente. Costos razonables	Aceptación de propuesta	Firma de contrato o convenio/ Responsabilidad de alto nivel	DECAB Estudiante Institución pública o privada	No aparece
Empresas públicas o privadas. Representantes comerciales. Centro de información. Docentes y tutores. Consultores	Contrato o convenio. / Confidencialidad. Plazos de entrega fijos. Costos invariables	Entrega y recepción de fondos	Fondos disponibles para cada etapa del	DECAB	Agilidad para la disponibilidad y manejo de fondos
DECAB					

(Director del proyecto)	Fondos monetarios. / Acceso fácil y rápido. Presupuesto codificado	Ejecución de la investigación	proyecto o programa./ Cuenta separada con firmas corresponsables. Contabilidad.	Empresas públicas o privadas. Instituciones o personas. Estudiantes de pregrado y post grado. Comunidad científica.	Falta apoyo administrativo para el manejo de los proyectos o programas (fondos de contraparte, secretaría, etc.)
DECAB		Informe final y aceptación	Resultados./ Factibilidad real de uso de resultados. Evaluación económica (si es del caso)		Falta incentivos para el investigador. No se logra trabajo interdisciplinario
DECAB	Materiales. Materias primas. Reactivos. Suministros. Información./ Hitos. Respaldo técnico. Evaluaciones periódicas	Información expost	Informe escrito y magnético. /Liquidación de proyecto con compromiso de seguimiento	Empresas públicas o privadas. Instituciones o personas. Estudiantes de pregrado y post grado. Comunidad científica	No hay procedimientos claros de cierre de proyecto
Tabla 3.3.4. Diagrama SIPOC de Investigación (continuación)	Datos. Productos. Evaluaciones. Normas y estándares. Procedimientos. Auditorías./ Entrega a tiempo. Recepción de inquietudes				
DECAB	Aplicación de resultados		Resultados de aplicación	Empresas públicas o privadas. Instituciones o personas. Estudiantes de pregrado y post grado.	No hay procedimientos adecuados para el seguimiento ex.- post
“Facilitadores” Laboratorios. Planta piloto. Plantas industriales (Si es necesario) Información técnica Procesos de gestión administrativa y financiera. Planta física (mantenimiento, operación, servicios básicos)					

Se establece el diagrama de flujo en la Figura 3.3.4 para clarificar el proceso, antes de proceder a la narración del mismo en la Tabla 3.3.5 para determinar los subprocesos y viendo como cada uno de éstos contribuye a las características del producto final. Saber qué se gana en el subproceso, y si éste falla, qué se afecta principalmente.

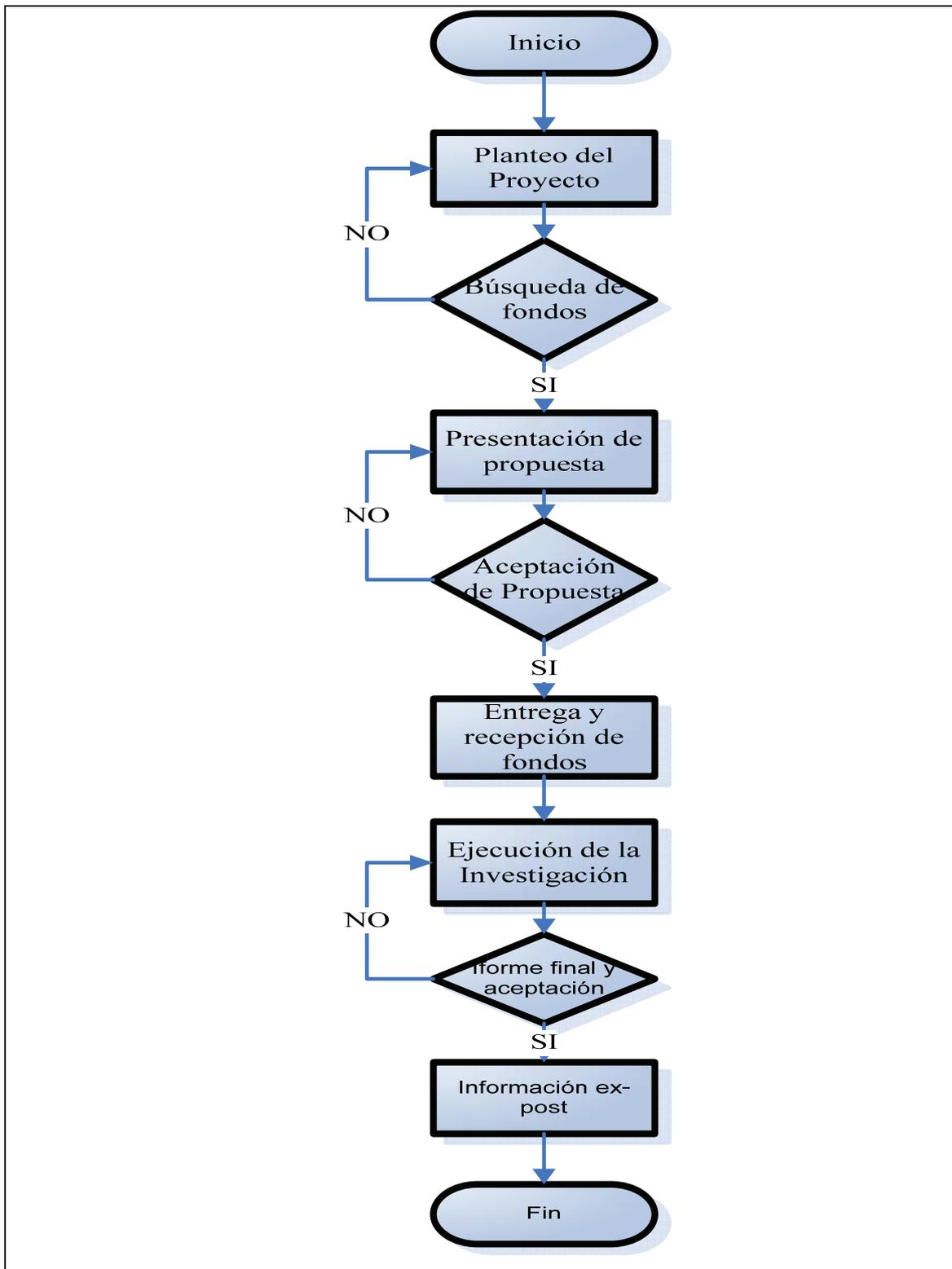


Figura 3.3.4. Diagrama de flujo. Investigación.

Tabla 3.3.5. Narración del proceso Investigación

Planteo del proyecto	El planteo del proyecto se genera como una necesidad de investigación de acuerdo a la Misión Institucional, adoptándose un formato que deberá ser aprobado por el “patrocinador” (SENACYT, EPN, entidades extranjeras privadas u oficiales, Universidades, etc.) que son quienes van a financiar el trabajo.
Búsqueda de fondos para investigación	Una de las fases del proyecto de investigación es el establecimiento del presupuesto del mismo, que se calcula de acuerdo a las metas establecidas, considerando los rubros de personal, materiales, insumos, viajes, reuniones, seminarios, capacitación, etc. Si la cantidad fijada en el presupuesto es factible de consecución, se puede pasar a la siguiente fase que es la presentación de la propuesta final que contiene ya detalles del desarrollo del proyecto. Si no se consigue financiación o si el presupuesto no está al alcance del patrocinador, se maneja la posibilidad de cambiar o ajustar ciertos elementos del proyecto para poderlo replantear a un menor costo. Si esto es aceptado, se puede pasar al siguiente proceso. Si no, aquí finaliza el proceso
Presentación y aceptación de propuesta	Cuando hay la seguridad del financiamiento del proyecto, se ajustan los parámetros de la propuesta (detalles del alcance, metodología, hitos del proyecto, detalles de equipos, planificación de visitas de extensión, definición de grupo de gestión, logística de toma de datos, etc.) y se somete a la aprobación de los patrocinadores antes de proceder a la firma del contrato o convenio. Si es que no fuera aprobada la propuesta, se revisaría las causas de la no aceptación y se evaluaría la posibilidad de alguna modificación antes de ser presentada nuevamente.
Entrega y recepción de fondos	Los fondos se entregan con un manual de manejo para evitar problemas contables, legales o penales. Generalmente la cuenta tiene dos firmas de responsabilidad y su manejo está garantizado por un contador. Se busca un banco seguro (confiable) donde se abre una cuenta para el proyecto. Es importante en esta fase recibir, de acuerdo a programación, la contraparte de la EPN, para que la programación no sufra ninguna demora.
Ejecución de la investigación Tabla 3.6. Narración del proceso Investigación (continuación)	Como se ha establecido un cronograma para el cumplimiento de metas (hitos), se inicia el proyecto con una reunión general de todo el personal participante para inaugurar las actividades y establecer el marco general de las acciones y un programa de monitoreo. Es muy importante en esta fase la constitución de los grupos de referencia cuyo principal fin es asegurar la relevancia del proyecto (actividades), y los resultados (productos) para el grupo meta identificado. En el desarrollo del proyecto se necesita el apoyo administrativo institucional en el manejo de fondos del patrocinador y la contraparte (disponibilidad, agilidad) en los pagos necesarios con prioridad en los incentivos de investigadores principales y equipo de apoyo.

Informe final y aceptación	El informe final no es más que la expresión ordenada y coherente de los informes parciales que salen del alcance del proyecto, del cumplimiento de los hitos establecidos y de los resultados alcanzados que deben estar de acuerdo a las metas del proyecto. Al mismo tiempo se entregan los informes económicos para la liquidación del proyecto. Se espera el acuerdo de aceptación y se establecen los parámetros de monitoreo.
Información ex. post	Se trata de la información del monitoreo de resultados del proyecto. De acuerdo a las metas previstas, se aplican las acciones indicadas y se observa si son efectivas. Si no lo son, se realizan ajustes y se continúa con el proceso de realización - observación – ajuste (realimentación)

El siguiente paso es seleccionar las variables críticas para la calidad (VCC), reuniendo al equipo y evaluando las variables del producto en base a la importancia para el cliente. La calificación va de 1 a 5, siendo 5 la más alta prioridad. El desarrollo de esta actividad se puede ver en la Tabla 3. 3.6.

Tabla 3.3.6. Selección de Variables Críticas de Calidad (VCC) en el proceso de Investigación

Variable del producto	Importancia para el cliente	Situación actual	Prioridad en el proyecto
Tema claro y explícito	Es la base para la formulación de la propuesta.	Regular	5
Fondos no reembolsables. Préstamos blandos	Sin el financiamiento, el proyecto no se realiza.	Regular	5
Propuesta	La propuesta, que debe ser clara y factible, es la base de la decisión empresarial.	Buena	1
Contrato	Es el punto de partida del proyecto	Buena	1
Entrega y recepción de fondos	El flujo de fondos libre y ágil, permite que el proyecto se desarrolle normalmente.	Regular.(Trabas burocráticas)	3
Resultados de la investigación	Son las metas para el cliente, por lo tanto no deben existir trabas administrativas ni de participación interdisciplinaria.	Regular	4
Informe	Documento básico para aplicar las soluciones al problema y establecer los parámetros del monitoreo.	Buena	1
Aplicación de resultados	Es la prueba definitiva de la eficacia del proyecto y de la imagen institucional.	Buena. Depende del cliente	1

Este cuadro realizado con el equipo de Investigación, utilizando la técnica “lluvia de ideas” determina que las VCC (Variables Críticas para la Calidad) en el proceso de la Investigación son el *tema claro y explícito* y los *fondos no reembolsables o préstamos blandos*, indudablemente ligadas a la satisfacción del cliente.

Teniendo las VCC, se debe delimitar el o los subprocesos que deberán ser analizados para buscar la solución y para ello se utiliza la técnica del *despliegue de la función de calidad (DFC)* con lo cual se evalúa que tanto cada subproceso contribuye a cada VCC. Este análisis se lo puede ver en la Tabla 3.3.7.

Tabla 3. 3.7. Relación entre prioridades y subprocesos del proceso Investigación

VCC	Prioridad	Planteo del proyecto	Búsqueda financiamiento.	Presentación de propuesta	Aceptación de propuesta	Entrega - Recepción de fondos	Ejecución de la investigación	Informe final y aceptación	Aplicación de resultados
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	3	2	2	1	1	1
3		50	50	40	35	35	30	30	30
4		10	10	8	7	7	6	6	6

1. tema claro y explícito
2. fondos no reembolsables o préstamos blandos
3. Importancia
4. Importancia relativa

La calificación de esta tabla surge igualmente del equipo (lluvia de ideas) y en ella se aprecia que los subprocesos que más influyen sobre las VCC son nuevamente el *planteo del proyecto* y la *búsqueda de financiamiento*.

En cuanto se refiere al proceso de extensión, se realiza también las mismas operaciones que se expresan en el diagrama SIPOC, en la Tabla 3.3.8, el diagrama de flujo, en la Figura 3.3.5, la narración del proceso, en la Tabla

3.3.9, selección de VCC, en la Tabla 3.3.10, y relación entre prioridades y subprocesos, en la Tabla 3.3.11.

Tabla 3.3.8. Diagrama SIPOC de Extensión

Proveedor(es)	Entradas/ Requisitos	PROCESO	Salidas/ Requisitos	Cliente(s)	Problema
Usuarios externos e internos	Problema o situación por resolver/ necesidad bien definida. Recepción rápida y eficiente. Confidencialidad	Plantea- miento de la necesidad	Planteo del problema/ Claridad. Factibilidad.	Empresa pública o privada. Persona	No existe estudio de mercado ni plan de mercadeo. Solo se esperan los problemas. No hay planificación de cursos, talleres y seminarios.
Usuarios externos e internos	Datos del problema/Solo lo necesario. Formatos tipo revisados por el departamento legal	Preparación de la oferta	Oferta/ Condicio- nes, alcance, costo, Plazos de entrega)	Empresa pública o privada. Persona	Falta eficiencia. Falta base de datos actualizada. No existen formatos tipo. Demora
DECAB, EPN.	Pro forma, condiciones y alcances de la solución propuesta	Aceptación de condiciones y firma de contrato o convenio	Contrato o convenio/ Confiden- cialidad. Justo a tiempo Datos. Informes. Cursos, talleres y seminarios. Resultados de análisis. Informes técnicos. Informes bibliográfi- cos.	Empresa pública o privada Persona natural	No aparece
Docentes. Analistas. Bibliotecaria	Experimentación. Preparación de talleres y seminarios. Análisis de laboratorio. Consultorías técnicas y bibliográficas	Desarrollo del servicio		Empresa pública o privada. Persona natural	No existe reingeniería del proceso para optimizar recursos y optimizar tiempos. El volumen de análisis es muy bajo. El sistema de información no es actualizado.
Tabla 2.9. Diagrama SIPOC de Extensión (continuación)		Cumplimien- to de metas y objetivos. Liquidación de pago de contrato o convenio			Falta equipo adecuado para servicios. (manejo masivo de acuerdo a demanda)
Docentes. Analistas. Bibliotecaria	Datos de experimentación Informes evaluados de cursos, talleres y seminarios. Datos de laboratorio.		Resultados	Empresa pública o privada. Persona natural	No aparece

	Informes técnicos y bibliográficos /datos reales y significativos de acuerdo a las expectativas de cliente y DECAB				
“Facilitadores” Laboratorios. Planta piloto. Plantas industriales (Si es necesario) Información técnica Infraestructura para cursos y seminarios. (salones, aulas, restaurant, bar, etc.) Procesos de gestión administrativa y financiera. Planta física (mantenimiento, operación, servicios básicos)					

Se establece el diagrama de flujo en la Figura 3.3.5 para clarificar el proceso, antes de proceder a la narración del mismo.

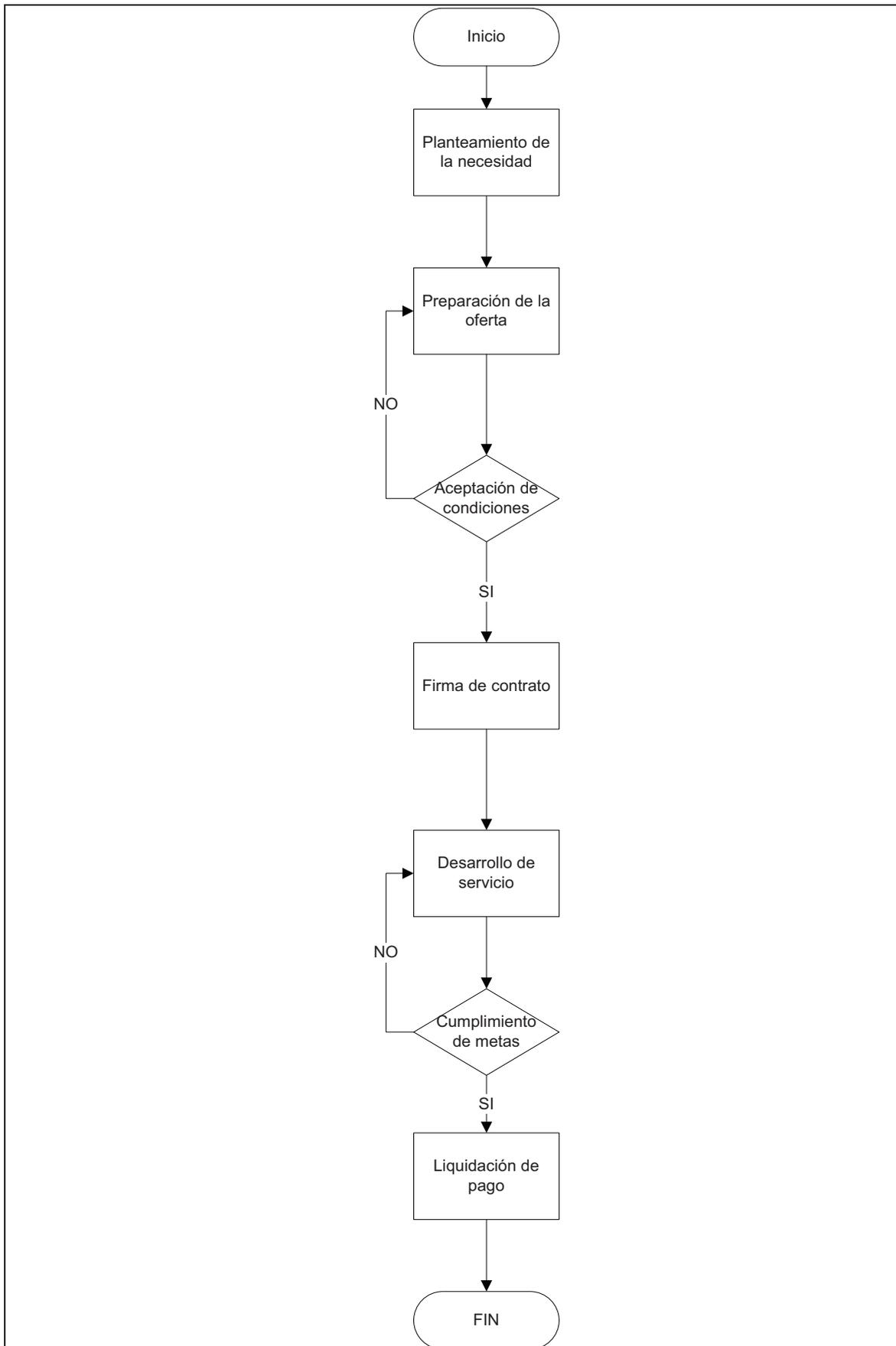


Figura 3.3.5. Diagrama de Flujo. Extensión

Tabla 3.3.9. Narración del proceso. Extensión

Planteamiento de la necesidad	Las necesidades de un ente estatal o de una empresa particular son expresadas en términos generales y deberán ser clarificadas con la unidad de extensión. Los servicios de extensión pueden ser solicitados desde afuera o generados en el DECAB en base a estudio de mercado de las necesidades nacionales de extensión en campos estratégicos o de alta demanda social. Los servicios de extensión particulares deberán estar garantizados por la confidencialidad de resultados.
Preparación de la oferta	Cuando la oferta está clara y tanto el cliente cuanto los ejecutores están de acuerdo en el alcance del servicio, se analiza la factibilidad de realización con los recursos físicos y humanos (equipos, laboratorios, personal capacitado) con que cuenta el DECAB. Se establece el alcance y se valora cada uno de los pasos. Se establece al mismo tiempo los términos legales del contrato y los plazos de entrega de los resultados.
Aceptación de condiciones y firma de contrato o convenio	Entregada la oferta, el cliente a su vez la analiza y acepta u observa las cláusulas técnicas y legales. Si hay acuerdo se procede a la firma del contrato que generalmente establece la entrega de una cuota de pago para iniciar las actividades.
Desarrollo del servicio	El desarrollo del servicio implica disponibilidad de infraestructura física (equipos de planta piloto, laboratorios, salas de conferencia, accesorios audio visuales, Internet, información actualizada, etc.) según el tipo de servicio que haya sido solicitado. El cronograma de actividades debe contar con hitos que deberán ser cumplidos inexorablemente. Si hay algún impedimento de fuerza mayor, se deberá reprogramar la actividad con el conocimiento y anuencia del contratista.
Cumplimiento de metas y objetivos. Liquidación de pago de contrato o convenio	Con el cumplimiento de metas a tiempo, se realizará el informe final de acuerdo a cronograma establecido y se entregará al cliente, que lo revisará de acuerdo a cláusulas del contrato, antes de la liquidación del mismo.

Tabla 3.3.10. Selección de Variables Críticas de Calidad (VCC) en el proceso de Extensión

Variable del producto	Importancia para el cliente	Situación actual	Prioridad en el proyecto
Tema claro y explícito	Es la base para la formulación de la propuesta	Regular	5

Oferta	Conocer la factibilidad, costos, plazos, implicaciones legales y condiciones de confidencialidad para el desarrollo del servicio	Regular	3
Contrato	Con el contrato, se tiene claramente el alcance del proyecto y el compromiso y garantía del cumplimiento	Buena	1
Servicio	El desarrollo del servicio prestado debe, por lo menos, responder a las expectativas del cliente, por lo que los términos explícitos del contrato, deben haber considerado cualquier falencia que pueda incidir en la eficiencia del proceso	Regular	5
Informe	Son los resultados del servicio que le sirven al cliente para solucionar su problema	Buena	1

De acuerdo al cuadro anterior, las VCC de extensión son el *tema claro y explícito* y el *desarrollo de servicio*.

Tabla 3.3.11. Relación entre prioridades y subprocesos del proceso extensión

V C C	Prioridad	Planteo de la necesidad	Preparación de la oferta	Aceptación de condiciones. Firma de contrato	Desarrollo del servicio	Cumplimiento de objetivos.
1	5	5	4	4	5	4
2	5	5	4	4	5	4
3		50	40	40	50	40
4		10	8	8	10	8

1. tema claro y explícito
2. oferta de servicio
3. Importancia
4. Importancia relativa

Se tiene hasta aquí cuatro VCC, dos encontradas en el proceso de Investigación (*planteo del proyecto y búsqueda de financiamiento*) y dos en el proceso de extensión (*planteo de la necesidad y desarrollo del servicio*)

La calificación de esta tabla surge también del equipo (lluvia de ideas) y en ella se desprende que los subprocesos que más influyen sobre las VCC, dentro del problema de extensión, son el *planteo de la necesidad y el desarrollo del servicio*.

3.4. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES

Clientes de Investigación: Empresas públicas o privadas. Instituciones o personas naturales. Estudiantes de pre grado y post grado. DECAB. Comunidad científica.

Clientes de Extensión: Empresa pública o privada. Persona natural.

Se ve que los clientes son los mismos aparte de los estudiantes y comunidad científica que bien pueden estar siendo incluidos también en el grupo clientelar del proceso de Extensión.

Sus necesidades también están identificadas y en resumen se pueden establecer en la siguiente forma:

Las necesidades de los clientes de investigación: Factibilidad técnica de realización. Fuentes reales para financiar proyectos. Respuesta rápida. Responsabilidad de alto nivel. Contabilidad. Factibilidad real de uso de resultados. Evaluación económica (si es del caso). Liquidación de proyecto con compromiso de seguimiento.

Las necesidades de extensión: Claridad. Factibilidad. Atención preferencial. Condiciones ventajosas, alcance previsto, costo razonable, Plazos de entrega adecuados. Confidencialidad.

Se han determinado también las VCC, dos encontradas en el proceso de Investigación (*planteo del proyecto y búsqueda de financiamiento*) y dos en el proceso de extensión (*planteo de la necesidad y desarrollo del servicio*).

Para estas VCC determinadas con el concurso del personal involucrado en los procesos, se necesita encontrar también los indicadores de gestión adecuados que midan la situación actual y futura para poder evaluar el grado de mejoramiento que se va logrando en los procesos.

En cuanto al proceso de Investigación, se ha determinado ya las dos VCC y es preciso evaluar si los subprocesos de planteo del proyecto y búsqueda de financiamiento, tienen realmente indicadores válidos que permitan su medición y evaluación.

El subproceso del Planteo de la necesidad depende de una definición de los proyectos urgentes para el país, que no existe porque todavía no ha habido el consenso universal para ello. Por tanto no se los puede medir objetivamente y su exactitud es discutible.

El Subproceso de la búsqueda de financiamiento es más bien un procedimiento que se lo debe aplicar de acuerdo a ciertas reglas establecidas que permitan su aprovechamiento. Los fondos existen a pesar de la crisis mundial, pero la disponibilidad y los plazos de consecución dependen de instancias que están fuera del alcance de las universidades.

Se tiene por otra parte las VCC del proceso de extensión o servicios, *planteo de la necesidad y desarrollo del servicio*, y también se ve que el planteo de la necesidad no está bien definido como necesidad del país, aunque pueden definirse campos del sector privado que también pueden ser importantes.

Queda entonces el desarrollo del servicio que deberá ser analizado en profundidad para saber si es válido para el ensayo piloto que propone este proyecto. Se dispone de información estadística al respecto y se analizarán algunos términos que permitan su mejor conocimiento.

3.5. MEDICIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ACTUAL.

En los numerales 3.3. y 3.4. se identificaron los principales problemas a los que se enfrenta el proyecto DMAMC, además de los requisitos críticos de los clientes. Ahora es importante medir el problema en cuanto a su tamaño y frecuencia así como el grado de cumplimiento de los requisitos de cliente y comenzar a buscar sus causas. Los datos empleados deben aclarar la forma en que el proceso cumple o no las necesidades de los clientes de una forma rentable y por qué lo hace.

De lo visto anteriormente, se identificó los problemas críticos de dos procesos considerados:

Proceso: Investigación

Subprocesos: 1. *Planteo del proyecto*

2. *Búsqueda de financiamiento*

Definición del problema 1. *Planteo del proyecto:* El DECAB no define claramente los *temas de investigación*, en el campo de la ciencia de alimentos y biotecnología, considerando las prioridades establecidas en el Plan de Desarrollo Nacional, y en la declaración de su Misión y Visión, sino por un impulso intuitivo, o intereses externos, escasos de orden y escala de valores nacionales.

Problema a medir: Escasez de proyectos de investigación.

Definición del problema 2. *Búsqueda de financiamiento:* *La falta de financiamiento de proyectos* de investigación, priva al país de oportunidades reales de desarrollo en el campo de los alimentos humanos.

Problema a medir: Falta de disponibilidad de fondos para investigación.

Proceso: Extensión

Subprocesos: 1. *Planteamiento de la necesidad*

2. *Desarrollo del servicio*

Definición del problema 1. *Planteamiento de la necesidad*: Los problemas de consultoría, educación continua, y servicios, no son solucionados en forma eficaz ni eficiente.

Problema a medir: Eficiencia y eficacia de los servicios.

Definición del problema 2. *Desarrollo del servicio*: El servicio debe estar de acuerdo a los requisitos del cliente.

Problema a medir: Grado de cumplimiento de requisitos.

El objetivo medular de este trabajo es medir una Variable Crítica para la Calidad (VCC) que permita al equipo desarrollar y perfeccionar la técnica DMAMC, para continuar, en etapas posteriores, con el resto de VCC's que tengan la definición y alcance de medida perfectamente determinados o en otras palabras que tengan los índices de gestión adecuados.

Se analizan los procesos y subprocesos en el orden indicado anteriormente.

Proceso: Investigación. **Subproceso:** Planteo del proyecto. **Problema:** Escasez de proyectos de investigación.

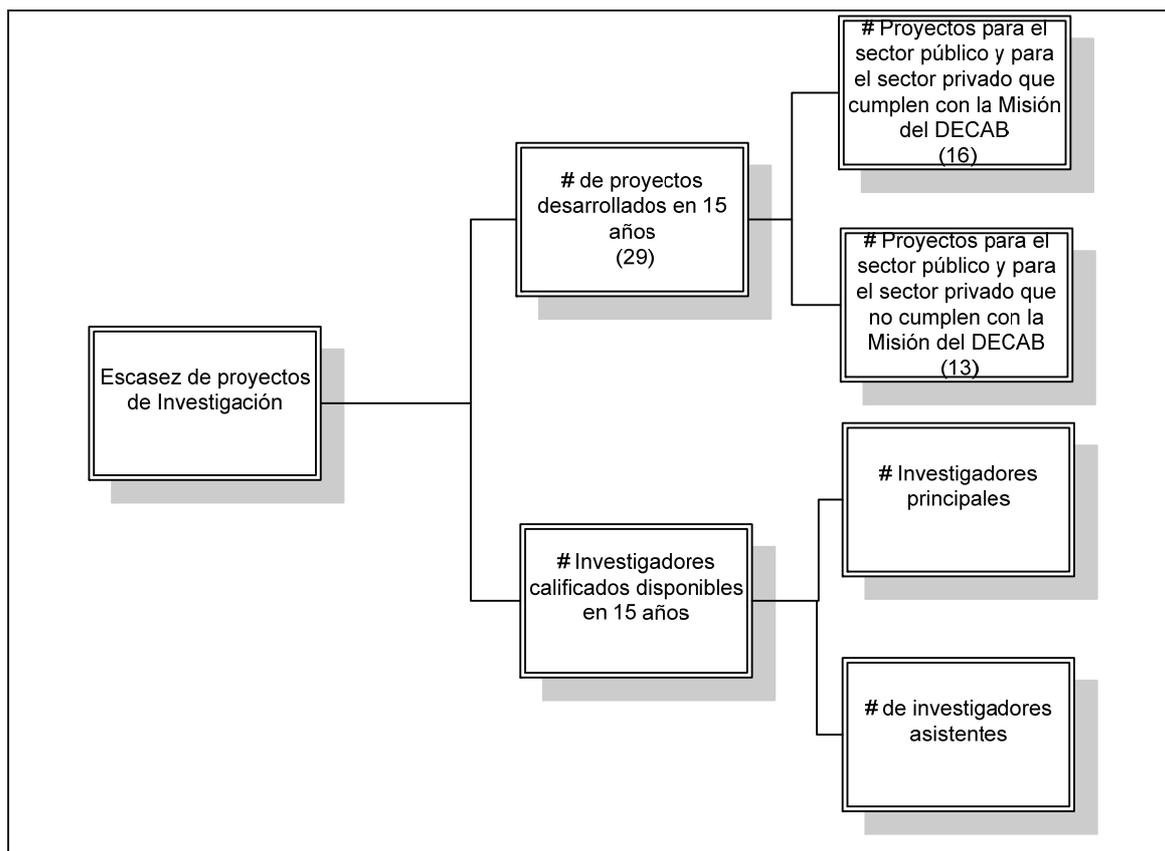


Figura 3.5.1. CTQ del subproceso de planteo de proyectos investigación

El número de proyectos que cumplen con los lineamientos de la Misión del DECAB, según el anexo XII, durante un período de 15 años es el 55 %: Esto en términos Seis Sigma significa el rendimiento, lo que quiere decir que hay una falta o defecto del 45 % o 448 275 DPMO y un Sigma aproximado de 1.62 (Ver Anexos XIII, XIV y XV). Sin embargo, las líneas de investigación todavía no se han definido y los datos solo se pueden seleccionar en forma aproximada y con criterio muy subjetivo, lo cual puede sesgar el análisis que da como resultado una cifra inexacta e incierta. El sistema Seis Sigma en este caso, no es totalmente aplicable. Faltarían indicadores más puntuales sobre la base de definición de lo que significa proyectos importantes para el país.

En la medida adicional que se plantea, referida al número de investigadores, se considera que está directamente relacionada con la medida planteada anteriormente, puesto que si hay más proyectos de investigación, será necesario disponer de mayor número de investigadores lo cual es

perfectamente factible con personal nacional o como ya se ha realizado otras veces, formando asociaciones con personal especializado internacional. Es inexacto, por decir lo menos, también en este caso medir un hecho dependiente de otro hecho que también está indefinido.

Proceso: Investigación. **Subproceso:** Búsqueda de financiamiento. **Problema:** Falta de disponibilidad de fondos para investigación.

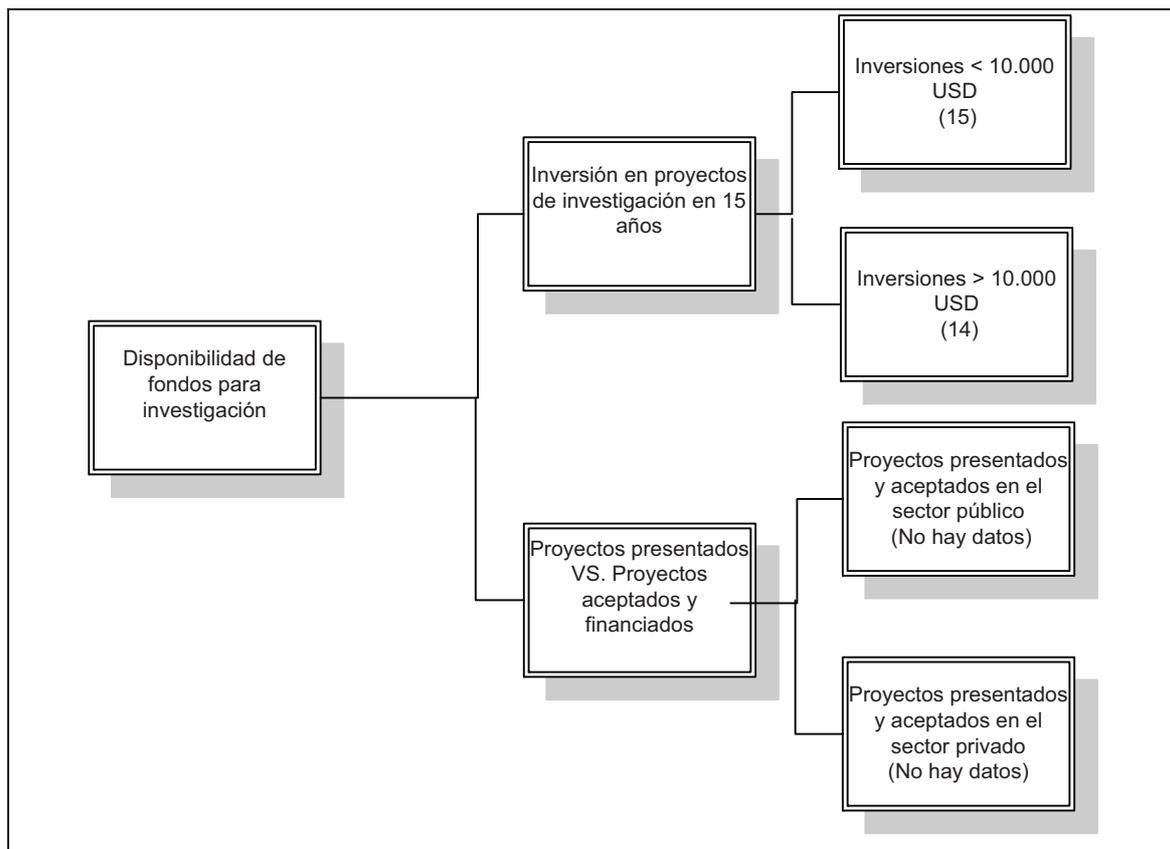


Figura 3.5.2. CTQ del subproceso de disponibilidad de fondos investigación

El índice que ha manejado el equipo de investigación es el monto o inversión conseguidos para los proyectos de investigación durante un período pasado. Se nota que si es posible conseguir fondos de mayor o menor cuantía pues de la experiencia se desprende que más o menos la mitad de los proyectos han conseguido fondos menores a 10.000 USD y la otra mitad fondos superiores a 10.000 USD. El problema más bien se plantearía como acceso a esos fondos que en realidad no ofrece otro problema que el conocer el procedimiento y el

tener el apoyo del estado o del patrocinador del proyecto para conseguirlos. Otro índice planteado es proyectos presentados Versus proyectos aceptados y financiados pero, en este caso, no existe un estándar de comparación que pueda permitir evaluar estadísticamente el rendimiento o desempeño. Es posible por ejemplo que haya habido fallas en el formato de presentación del proyecto a pesar de existir fondos para implementarlo. Lo importante sería conocer el número de proyectos presentados adecuadamente y aprobados por los pares y que no tuvieron el apoyo económico, pero esos datos no existen. Se concluye que el problema de disponibilidad de fondos para desarrollo de proyectos de investigación, no es un problema que impide su implementación. El problema es no tener acceso a esa disponibilidad.

Quedan por tanto descartados los problemas de Investigación, por ausencia de datos (no existen fuentes históricas) que permitan una medida exacta de los parámetros para establecer los valores Seis Sigma. Sin embargo como una aproximación, se establece el valor Seis Sigma en el anexo XV, Generación de proyectos de investigación, pero no tiene todavía la exactitud que debería tener la medida, por falta de definición del parámetro “importancia de los proyectos de investigación para el país”. Nótese adicionalmente que no existen dueños específicos para estos subprocesos y por tanto es imposible su control operativo exitoso.

Por otra parte aplicando el CTQ al proceso de extensión, se tiene:

Proceso: Extensión. **Subproceso:** Planteamiento de la necesidad. **Problema 1:** Falta de eficiencia y eficacia de los servicios.

Proceso: Extensión. **Subproceso:** Desarrollo del servicio. **Problema 2:** Grado de cumplimiento de requisitos.

Si se analiza los dos procesos se encuentra una similitud grande y afinidad en el problema, pues la falta de eficiencia y eficacia de los servicios es consecuencia del no cumplimiento de los requisitos del cliente.

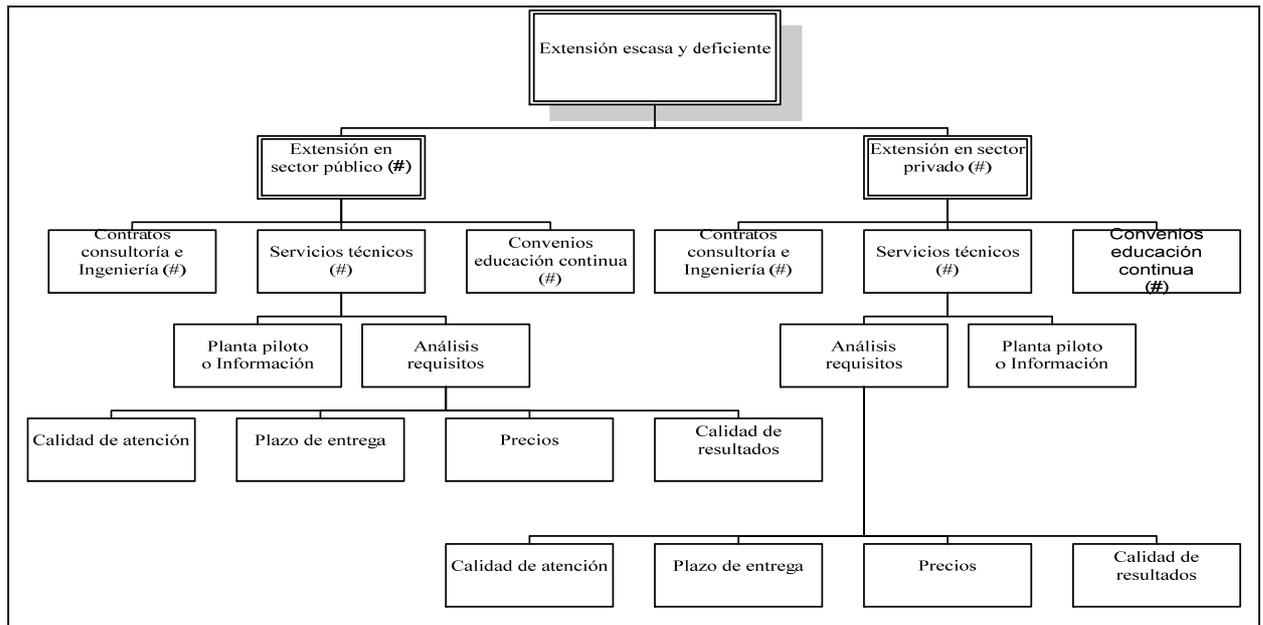


Figura 3.5.3. CTQ del subproceso de extensión: planteamiento de la necesidad

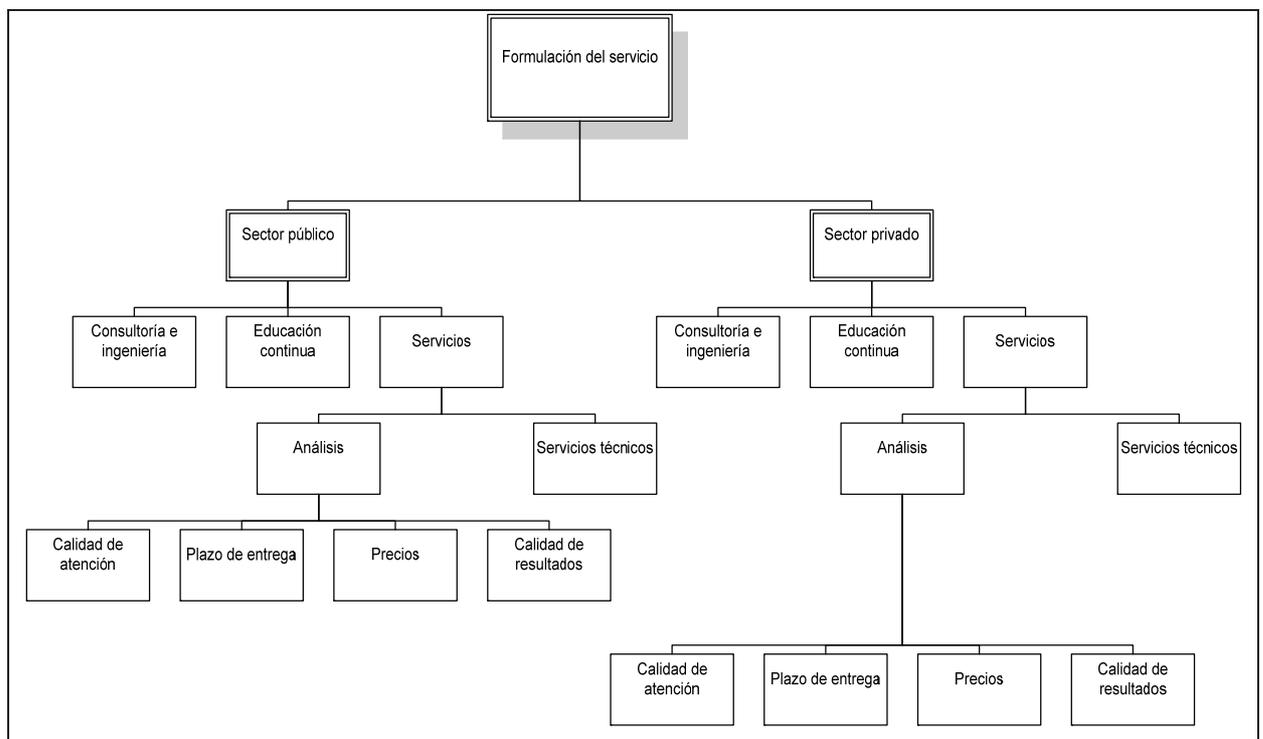


Figura 3.5.4. CTQ del subproceso de extensión: Formulación del servicio

Por lo tanto se buscó los datos pertinentes en base a las encuestas del DECAB, cuyos parámetros fueron: calidad de atención al cliente, plazo de entrega de resultados, precios de los análisis y calidad de resultados.

Se examina en la figura 3.5.3. el problema de la escasez y deficiencia del subproceso de extensión y en la Figura 3.5.4. el problema de la formulación del servicio, para encontrar las medidas que se debe aplicar para su evaluación y se encuentra que en los dos casos prima la referencia de los requisitos para el cliente.

El proceso de extensión, uno de los procesos más importantes del DECAB, es muy extenso y complejo y demanda un tamizado de subprocesos para encontrar un problema específico que permita su solución para alcanzar la eficiencia y eficacia que demanda el competitivo mundo actual.

Una de las recomendaciones básicas del sistema Seis Sigma, es no tratar de solucionar el hambre del mundo, ni pretender solucionar varios problemas de un solo golpe. Con esto se quiere decir que se debe empezar por un problema relativamente simple para que el equipo adquiriera las habilidades necesarias para implementar la metodología del sistema Seis Sigma en procesos cada vez más complejos.

El proceso de extensión se aplica en el sector público y en el sector privado y al contrario del proceso de investigación, las aplicaciones más importantes están en el sector privado. Si se recuerda el organigrama funcional del DECAB, se ve que los subprocesos de la extensión son la consultoría e Ingeniería, la educación continua y los servicios de análisis y servicios técnicos.

La Consultoría e Ingeniería puede ser una actividad muy importante en el DECAB, pero no ha estado enmarcada dentro de una planificación estratégica, y lo propio se puede aplicar al subproceso de educación continua, que se refiere a la capacitación de diferentes grupos humanos en técnicas útiles para el funcionamiento óptimo de empresas de producción de alimentos.

En cuanto al servicio de planta piloto o de información, se puede decir que sólo son procesos complementarios de los procesos grandes de Investigación y Extensión y, por tanto, su funcionamiento y su importancia están ligados a aquellos.

Finalmente, queda como problema a ser tratado con la metodología Seis Sigma, alguna de las deficiencias que podría presentar el servicio de análisis acreditado, puesto que un servicio de esa naturaleza requiere de toda la atención de la gerencia. Se determinan los índices de gestión que deberán ser medidos. (calidad de atención, plazos de entrega, precios y calidad de resultados).

Retomando la metodología Seis Sigma se empieza estableciendo el análisis SIPOC del subproceso "Servicio de análisis", que se puede ver en la Tabla 3.5.1. y que se refiere básicamente al subproceso del análisis acreditado.

Tabla 3.5.1. SIPOC del Servicio de análisis

Proveedor(es)	Entradas/ Requisitos	PROCESO	Salidas/ Requisitos	Cliente(s)
Cliente externo Estudiante	Muestra/ De acuerdo a procedimientos	Recepción de muestra	Recibo de la muestra	Cliente externo Estudiante
Recepcionista de muestra	Factura proforma/	Pago y Aceptación de pedido	Factura Orden de trabajo/ Precio y plazo de entrega	Cliente externo Analistas
DECAB	Métodos Reactivos Laboratorios/ Procedimientos certificados y acreditados	Análisis Revisión y aprobación	Resultados Informe	Recepcionista de muestra Gerente de calidad
Recepcionista de muestras	Datos de análisis/ Certificación y acreditación	Entrega de resultados	Resultados revisados y aprobados/ Entrega a tiempo	Cliente
“Facilitadores”: Laboratorios certificados y acreditados del DECAB				

El diagrama de flujo del proceso del servicio de análisis se ve en la Figura 3.5.5, y se expresa en la siguiente forma:

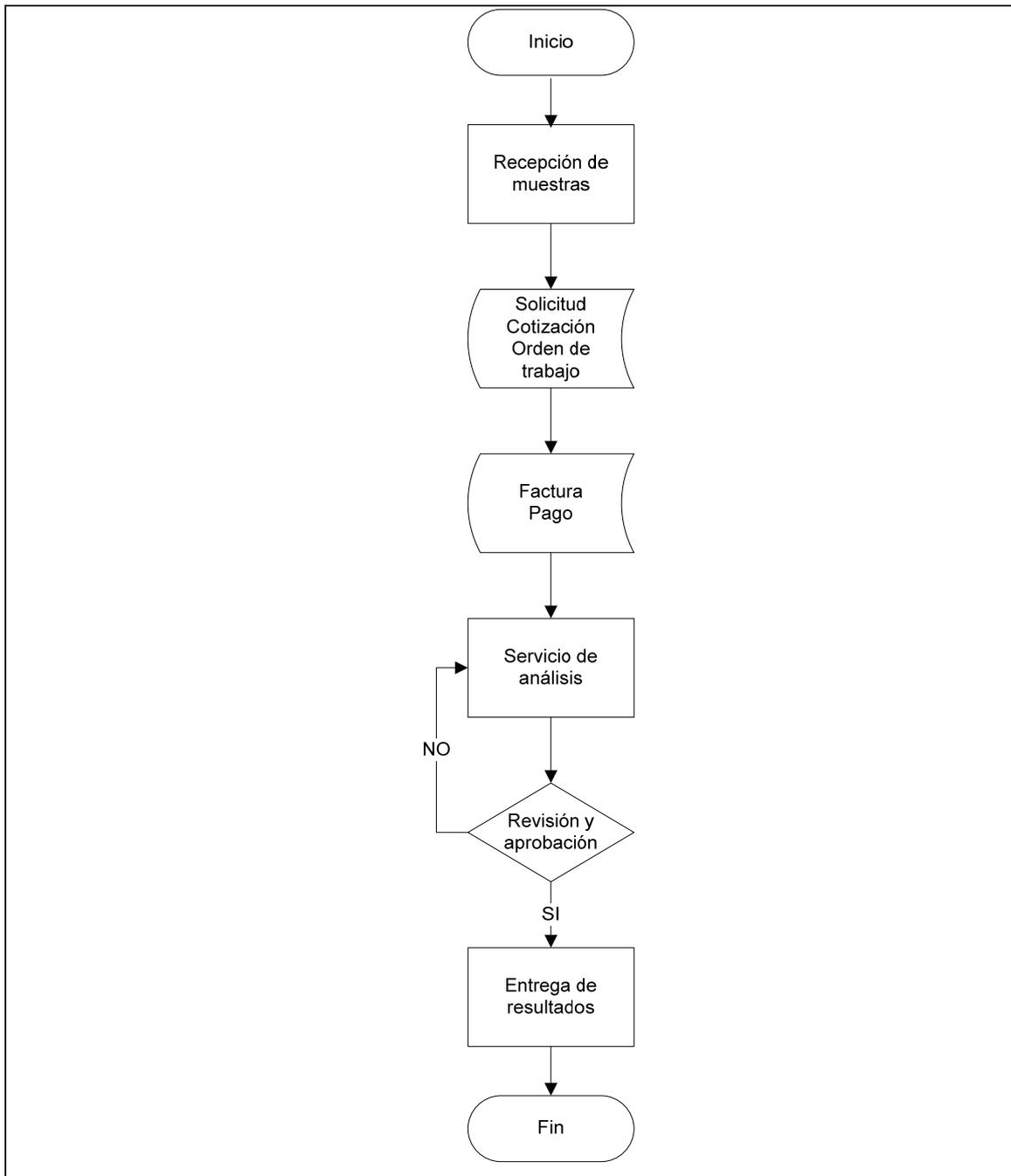


Figura 3.5.5. Diagrama de flujo. Servicio de Análisis

Para completar el conocimiento del subproceso del análisis acreditado se narra en la Tabla 3.5.2. las actividades del subproceso que vienen a ser también subprocesos,

Tabla 3.5.2. Narración del subproceso de análisis acreditado

Recepción de muestras	El cliente llega con la muestra y por medio de flechas indicativas va a la oficina de recepción de muestras. Se entrevista con la profesional recepcionista de muestras y expresa su necesidad de análisis. La recepcionista de muestras dirá si es posible realizar los análisis solicitados.
Solicitud de cotización y orden de trabajo	Si la posibilidad de realización de análisis son positivas, el cliente solicita la cotización y si está de acuerdo con ella se elabora la orden de trabajo para los laboratorios explicando allí los analitos que se deben determinar, y los plazos de entrega.
Emisión de factura y pago	Se emite la factura y se realiza el pago. La orden de trabajo es entregada en los laboratorios para que se proceda al servicio.
Servicio de análisis	Los análisis se realizan de acuerdo a procedimientos establecidos y valorados internacionalmente y se entregan a la gerencia de calidad para que sean revisados.
Revisión y aprobación	Se revisan los resultados y los procedimientos empleados y si están de acuerdo a los métodos establecidos de acuerdo a normas internacionales, se aprueban.
Entrega de resultados	Los resultados revisados por la gerencia de calidad son entregados a la jefatura para su firma antes de ser entregados al cliente.

Mirando el SIPOC, el diagrama de flujo y la narración del subproceso de análisis, se constata que se trata de un proceso simple que sin embargo involucra trámites que deben ser analizados para cumplir con los requisitos de servicio. No se puede cerrar la mente a la información de los clientes aunque no parezca importante a primera vista. Tampoco se puede convertir los requisitos de los clientes en procedimientos operativos rígidos, que puedan restar eficiencia al proceso.

Recoger, traducir y asignar medidas a los requisitos de cliente es más un arte que una ciencia, ya que cada falla al cumplir sus requisitos es un defecto y Seis Sigma trata justamente de la medida y eliminación de los defectos.

De las encuestas realizadas en el DECAB en los años 2006, 2007 y 2008 se identificaron los requisitos de cliente expresados ya en las figuras 3.5.3 y 3.5.4.

- Calidad de atención al cliente (secretaría, recepción)

- Plazo de entrega de resultados
- Precio, y;
- Calidad de resultados

Su evaluación discreta (%) se encuentra en la Tabla 3.5.3.

Tabla 3.5.3. Evaluación de los requisitos de cliente en el subproceso del servicio de análisis acreditado

Requisitos de cliente (%)		2006	2007	2008
Atención:	Muy buena	73	81	38
	Buena	27	13	54
	Pobre	0	0	8
	No responde	0	6	0
Tiempo de entrega:	Muy bueno	55	25	18
	Bueno	9	19	36
	Regular	27	31	27
	Pobre	9	6	0
	Muy pobre	0	0	9
	No responde	0	19	9
Precio:	Muy bueno	0	19	18
	Bueno	55	44	27
	Regular	45	13	27
	Pobre	0	0	9
	No responde	0	19	18
Calidad de resultados:	Muy bueno	55	44	82
	Bueno	45	25	9
	Regular	0	6	9
	No responde	0	25	0

Fuente: Encuestas DECAB

Analizando los requisitos del cliente y su cumplimiento, se puede destacar los siguientes hechos:

- La atención al cliente está en un nivel alto, aunque el último año, ha descendido pero sin llegar a niveles preocupantes. Será necesario poner atención a los “momentos de verdad” para planificar acciones de mejoramiento.
- El tiempo de entrega de resultados ha empeorado con el tiempo y, si se aplica el alto nivel de exigencia de seis sigma, se puede hablar de un nivel de rendimiento que ha ido deteriorándose desde 55 % en el 2006 hasta 18 % en el 2008, lo cual significa que los DPMO han ido de 450.000 hasta 820.000 y los valores de Sigma han ido 1.6 a 0.62 (Anexo XIII: Tabla de conversión Sigma)
- El precio no es un índice que pueda ser tomado en cuenta como requisito de cliente, porque no hay una apreciación objetiva del mismo, por el sesgo generado por la consideración de todos los factores incidentes.
- Finalmente, la calidad de resultados ha mejorado notablemente hasta tener en el 2008 un rendimiento de 82 %, lo que significa un DPMO de 180.000 o en valor sigma una cifra de 2.3 (Anexo XI)

De este análisis se desprende por tanto, la importancia que tiene el problema de los plazos en el tiempo de entrega de resultados y que deberá ser sometido al estudio de causas y propuestas de mejoramiento para lograr el mínimo de dispersión.

Nótese en esta caso que el subproceso si tiene dueño y que es el gerente de calidad quien podría en un momento dado reorganizar todo el proceso para alcanzar la eficiencia y eficacia esperadas.

3.6. ANÁLISIS, PRIORIZACIÓN Y GUÍAS DE APLICACIÓN DE MEJORAS DE ACUERDO AL SISTEMA SEIS SIGMA.

Dentro del **proceso de investigación** se han detectado los problemas más críticos:

1. Planteamiento del proyecto: El DECAB no define claramente los *temas de investigación* en el campo de la ciencia de alimentos y biotecnología.

Problema: El DECAB no tiene suficientes proyectos de investigación que cumplan con los objetivos de la Misión institucional.

2. Búsqueda de financiamiento: La falta de financiamiento de proyectos de investigación priva al país de oportunidades reales de desarrollo en el campo de los alimentos humanos.

Problema: Dificultad de obtener fondos para proyectos de investigación.

En la sección 3.5. se vio que las líneas de investigación en el área de alimentos todavía no se han definido y que los datos sólo se pueden seleccionar en forma aproximada y con criterios muy subjetivos, lo cual puede sesgar el análisis y dar como resultado una cifra inexacta e incierta, llegando a la conclusión que el sistema Seis Sigma, en este caso y con los datos existentes, no es aplicable. La otra medida planteada, que se refiere al número de investigadores, está relacionada con el factor escasez de proyectos que se ha visto que no está bien definido, por lo que este factor tampoco puede definirse.

En lo que se refiere al **proceso de extensión** también se definen dos problemas críticos:

1. *Planteo de la necesidad:* Los problemas de consultoría, educación continua, y servicios deben ser solucionados ágil, eficiente y eficazmente por un ente capacitado de acuerdo a las necesidades del cliente.

Problema: El proceso de extensión o servicios externos por parte del DECAB no es ni eficaz, ni eficiente.

2. *Desarrollo del servicio.* El servicio debe estar de acuerdo a los requisitos del cliente. Problema a medir: Grado de cumplimiento de requisitos.

Como se consideró en la sección 3.5., este proceso es uno de los más importantes del DECAB, aparte de que facilita encontrar indicadores que permitan un análisis seis sigma, por lo que se lo midió y ahora corresponde analizarlo.

Con los valores encontrados (medidas discretas), se ha calculado en el capítulo anterior, el valor Sigma de 1.6, en el 2006 y el valor 0.6 en el 2008, lo cual significa que hay mucho que corregir, pero se debe saber entonces qué es lo más urgente, lo cual significa, a su vez, que se debe conocer las causas del problema. Para el efecto se utiliza el Diagrama de Ishikawa cuyo objetivo es identificar las causas del problema aplicando la experiencia y el conocimiento de los docentes del DECAB a través de una tormenta de ideas estructurada. Se procede en la siguiente forma:

1. Se escribe de forma resumida el problema o efecto que se va a analizar en la “cabeza” del diagrama de espina de pescado: **Plazos de entrega de resultados de análisis muy extendidos.**
2. Se determina las categorías o temas más apropiados para agrupar las causas, en base al análisis SIPOC y a la lluvia de ideas de los ejecutores de los proyectos. En este caso las categorías o temas fueron: **Capacidad, Capacitación, Diseño, Mercado.**

3. Se realiza una tormenta de ideas sobre las potenciales causas de cada categoría.
4. Se identifica la relación causa – efecto entre los factores de cada categoría.
5. Se construye el diagrama de espina colocando las causas y subcausas en espinas cada vez más pequeñas.
6. Se utiliza la recogida de datos, los multivotos o el consenso para seleccionar las causas más importantes, o las más probables, para una investigación más profunda. El diagrama de Ishikawa para este problema se presenta en la Figura 3.6.1.

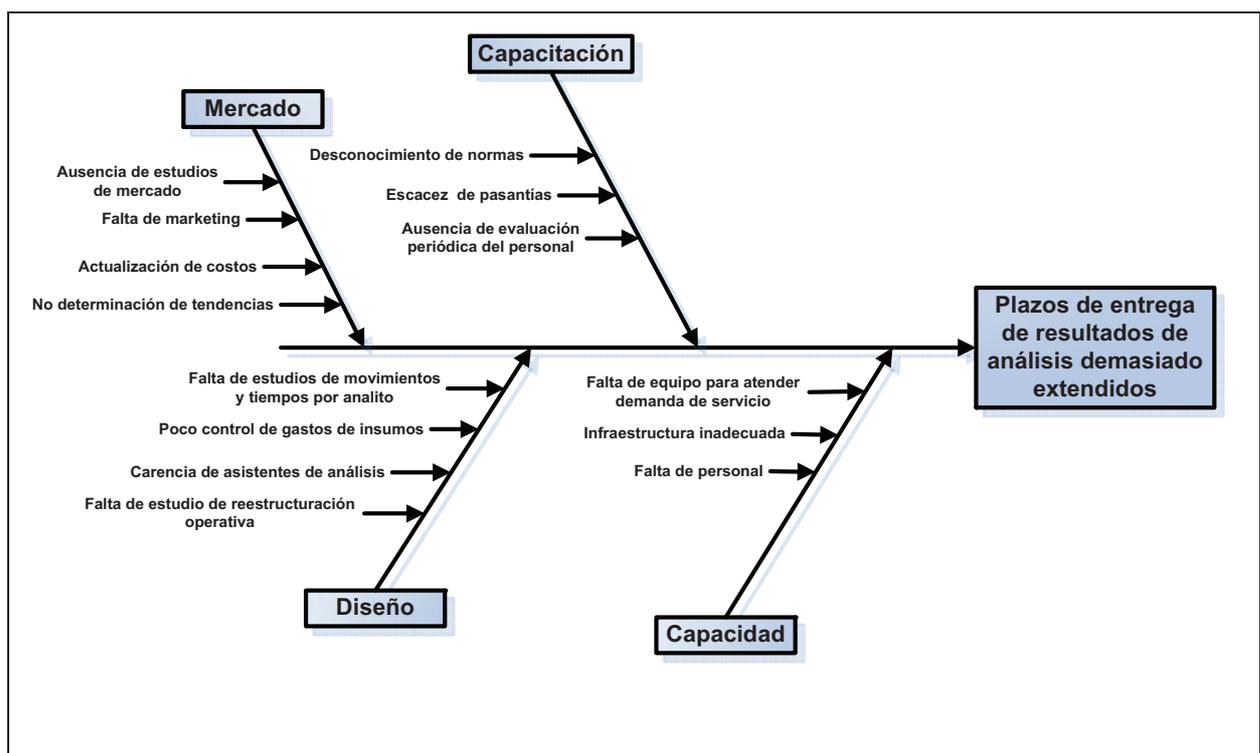


Figura 3.6.1. Diagrama causa – efecto del problema de plazos de entrega de resultados de análisis largos.

Este diagrama, llamado también espina de pescado o diagrama causa - efecto asegura de que no se deja de lado prácticamente ninguna consideración de las

causas del problema planteado. Allí se ve resumida en la cabeza la declaración del problema y se dispone las causas potenciales a modo de “espinas” unidas a ella. Las espinas más pequeñas son las causas más específicas que contribuyen al siguiente nivel, algo más grande de espinas y así sucesivamente. Luego se establecerá por prioridades la o las más importantes para plantear las mejoras que entrarán a proceso cíclico de prueba – evaluación - ajuste – prueba hasta alcanzar el valor Seis Sigma.

Los temas de incidencia de acuerdo al SIPOC correspondiente y a la lluvia de ideas de los ejecutores del proceso de extensión han sido: **Capacidad, Capacitación, Diseño y Mercado.**

Para completar la exploración del problema, se profundiza un poco más en las causas por medio de técnicas como la técnica de los cinco por qué, que aclaran las razones causales del problema. Se adopta esta técnica además, porque se considera que la opinión de los investigadores es la determinante más importante en la aclaración del problema.

Capacidad:

1. ¿Por qué la capacidad de los laboratorios tiene que ver con la entrega a tiempo de los resultados del análisis?

Porque el número de análisis es menor si es que la capacidad es pequeña frente a la demanda.

2. ¿Por qué la demanda es mayor que la capacidad de los laboratorios?

Porque los equipos adquiridos fueron programados solo para investigación.

3. ¿Por qué los equipos fueron programados solo para investigación?

Porque inicialmente se creyó que la demanda de servicios iba a ser pequeña.

4. ¿Por qué se creyó que la demanda iba a ser pequeña?

Porque se subvaloró el estudio de mercado.

5. ¿Por qué se subvaloró el estudio de mercado de servicios?

Porque no existió el estudio de mercado en una planificación estratégica que guíe el éxito del DECAB.

Propuesta de mejoramiento: Realizar estudios de mercado para asentar la planificación estratégica sobre bases reales.

Capacitación:

1. ¿Por qué la capacitación está relacionada con la entrega de resultados fuera de plazos convenidos?

Porque los tiempos empleados en los análisis tienen que ver con la habilidad y rapidez en la ejecución.

2. ¿Por qué la habilidad y rapidez tienen que ver con la capacitación?

Porque solo el conocimiento y la práctica pueden lograr esas características.

3. ¿Por qué el conocimiento y la práctica y no solo la segunda característica pueden ser suficientes?

Porque los problemas pueden ser solucionados no solo con el conocimiento de los procedimientos sino también con la aplicación de ergonomía y de tiempos y movimientos.

4. ¿Por qué el conocimiento de ergonomía y tiempos y movimientos son tan importantes?

Porque el rendimiento físico y la eficiencia dependen en alto grado de esos conocimientos.

Propuesta de mejoramiento: Se deberá establecer un perfil de analistas a ser evaluado periódicamente.

Diseño:

1. ¿Por qué el diseño de los laboratorios tiene que ver con las entregas fuera de tiempo?

Porque los espacios y los tiempos son importantes en el rendimiento del trabajo.

2. ¿Por qué los espacios y los tiempos son importantes en la eficiencia del proceso?

Porque las técnicas de movimiento en el espacio y el tiempo son imprescindibles para lograr la eficiencia y efectividad.

3. ¿Por qué son imprescindibles estas técnicas?

Porque científicamente así ha sido demostrado.

4. Si la ciencia ha demostrado que hay técnicas de tiempos y movimientos para lograr eficiencia en laboratorios. ¿Por qué no han sido utilizadas?

Porque son factores que necesariamente contempla la planificación estratégica de laboratorios.

5. ¿Por qué no se ha establecido la planificación estratégica en el DECAB?

Por falta de gestión.

Propuesta de mejoramiento: Realizar como tesis de maestría de ingeniería industrial, o como consultoría contratada, el estudio de reestructuración operativa de los laboratorios del DECAB y la influencia sobre los costos de análisis y utilizarlo como elemento de la planificación estratégica.

Mercado

1. ¿Por qué la falta de entrega a tiempo de los análisis está relacionada con el mercado de servicios?

Porque el estudio de mercado dimensiona la demanda de servicios.

2. ¿Por qué la dimensión de la demanda determina la entrega de los análisis a tiempo?

Porque la demanda determina la capacidad de los laboratorios.

3. ¿Por qué la demanda determina la capacidad de los laboratorios?

Porque de acuerdo a ella se debe adquirir el equipo que la cubra.

4. ¿Por qué no se ha realizado el estudio de mercado para los análisis de laboratorio?

Porque no ha habido gestión en ese sentido.

Propuesta de mejoramiento: Con el conocimiento ya adquirido de la naturaleza de los clientes, realizar un estudio del mercado existente en el país para el tipo de análisis que realiza el DECAB, propuesta que coincide con el término de capacidad ya analizado.

3.7. REALIZACIÓN DE PRUEBA PILOTO CON LA MEJOR ALTERNATIVA.

Con los elementos se puede poner en marcha el plan piloto que con los ajustes que exija la correcta ejecución, se puede ya aplicar a un mayor nivel de actividades.

Proceso: Extensión

Subprocesos: 1. *Planteamiento de la necesidad*
2. *Desarrollo del servicio*

Problema: Falta de eficiencia y eficacia de los servicios.

De acuerdo al organigrama funcional del DECAB, los subprocesos de la extensión son la Consultoría e Ingeniería, la Educación continua y los Servicios de análisis y técnicos.

Se vio que el problema crítico susceptible de ser mejorado con la metodología Seis Sigma es el problema de plazos largos de entrega que se da en los servicios de análisis acreditado.

Con la VCC encontrada se procedería al ensayo piloto con las indicaciones de mejora que ya están identificadas:

- Realización de estudios de mercado sobre el servicio de análisis, para asentar la planificación estratégica sobre bases reales.
- Establecimiento de un perfil de analistas por competencias que deberá ser evaluado periódicamente.

- Realización de una tesis de maestría de ingeniería industrial, o una consultoría contratada, sobre el estudio de reestructuración operativa de los laboratorios del DECAB y la influencia sobre los costos de análisis.
- Establecimiento de índices o indicadores para las medidas de defectos de proceso y monitoreo de mejoramiento.

La elaboración del diagrama del árbol para el servicio de análisis que se ve en la Figura 3.7.1., es de gran utilidad para planificar las soluciones propuestas:

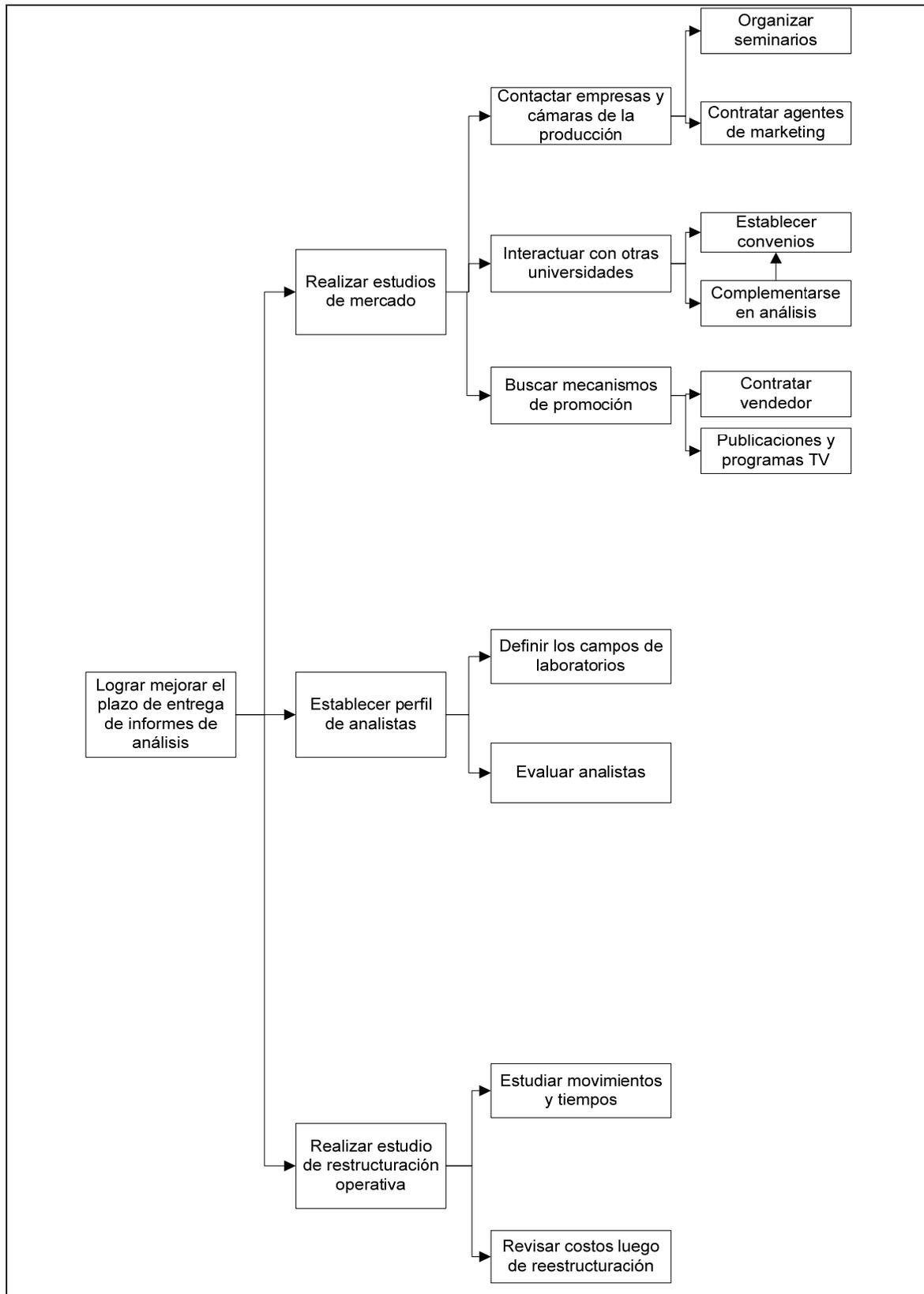


Figura 3.7.1. Diagrama de árbol de Servicio de análisis

Con la aplicación de las propuestas que se exponen en este trabajo, se podría sentir ya la mejoría del servicio en el plazo máximo de seis meses y obviamente se podría realizar ajustes para continuar con el proceso de mejoramiento.

Es importante recalcar, finalmente, que en el desarrollo de los proyectos Seis Sigma es definitivo el liderazgo del Jefe del Departamento o líder SS, que es el ejecutivo de más alto rango con la responsabilidad de desarrollar, encauzar y permear la filosofía SS.

Se proponen las acciones anteriores como un camino hacia el mejoramiento institucional. Las propuestas son tan evidentes y lógicas que definitivamente pueden ser útiles para el DECAB en su empeño de lograr la excelencia.

La prueba piloto con la mejor alternativa, lamentablemente no se la pudo realizar por el momento, porque por razones administrativas reglamentarias, se produjo un cambio de jefatura en el DECAB que no asume el liderazgo Seis Sigma y por tanto no puede ser implementado.

Se espera que en un futuro próximo se asimile y comprenda en mejor forma la filosofía de este sistema de calidad, para lograr los propósitos expuestos en este trabajo. Los elementos estudiados están a disposición de cualquier persona que desee intentar la implementación del mismo con la flexibilidad y apertura que proclaman los principios fundamentales de este sistema.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La Misión del DECAB conocida por el personal del Departamento, no aplica todavía las normas de excelencia que exigen las metas propuestas.
- El personal del DECAB, tiene ya las bases de una cultura de calidad que le pueden permitir el desarrollo de un proceso de mejoramiento.
- Los procesos estratégicos, sobretodo los dirigidos a planificación y estudios de mercado existen solo parcialmente.
- Los procesos de apoyo (gestión financiera, legal, académica, administrativa y de vinculación con el medio externo carecen de eficiencia y eficacia.
- El entorno interno y externo del DECAB tiene aspectos positivos y negativos que pueden ser aprovechados o manejados con herramientas de éxito.
- Los procesos que pueden ser mejorados por gestión propia son solo la investigación y la extensión. La Docencia depende de otras instancias.
- Los requisitos de clientes se conocen gracias a encuestas de usuarios de los servicios de extensión. En cuanto a los clientes de Investigación, lamentablemente no se ha realizado un seguimiento metódico de resultados. Solo existen actas de entrega.
- Se definen 4 Variables Críticas para la Calidad (VCC), dos en el proceso de investigación (*planteo del proyecto y búsqueda de financiamiento*) y dos en el proceso de extensión (*planteo de la necesidad y desarrollo del servicio*)

- Se define finalmente en el subproceso del “desarrollo del servicio”, la situación crítica del servicio de análisis acreditados.
- Se determinan cuatro índices de calidad en el subproceso del servicio de análisis: atención al cliente, tiempo de entrega, precio y calidad de resultado.
- Se aplica la metodología SS al factor tiempo de entrega y se define un valor SS de 1.6 en 2006 y 0.6 en el 2008.
- Se estudia el fenómeno causa – efecto con la ayuda del Diagrama de Ishikawa en base a los factores Mercado, Capacitación, Diseño y Capacidad y de acuerdo a ello se generan las propuestas de mejora.
- El ensayo piloto de la mejor propuesta no se pudo realizar por cambio de líder de proyecto.

4.2. RECOMENDACIONES

- Revisar constantemente la Misión del DECAB y monitorear su aplicación efectiva.
- Plantear un plan de mejoramiento y aprovechar la cultura de calidad que existe en el DECAB.
- Elaborar la planificación estratégica del DECAB y ponerla en práctica.
- Evaluar los procesos de apoyo y exigir su mejoramiento.
- Realizar una prueba piloto del mejoramiento del servicio de análisis y ajustarlo con los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Aceves V.D., 2004 “Dirección estratégica”, McGraw-Hill, México.

ASTM International, 2005, “ANS/ISO/IEC 17025:2005 (E)”, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

Cantú H., 2001, “Desarrollo de una cultura de calidad”, McGraw-Hill, México.

Escalante E.J., 2003, “Seis–Sigma. Metodología y técnicas”, Limusa, Noriega Editores, México.

Goodstein L.D., Nolan T.M., Pfeiffer J.W., 1998, “Planeación estratégica aplicada”, McGraw-Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia.

Gutiérrez H., 2005 “Calidad total y productividad”, McGraw-Hill Interamericana, México.

Harrington H.J., 2001, “Mejoramiento de los procesos de la empresa”, McGraw Hill, México.

Martínez Villegas F., 1994, “Planeación estratégica creativa”, PAC.

Pande P.S., Neuman R.P., Cavanagh R.R., 2002 “Las claves de Seis Sigma”, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.

Pande P.S., Neuman R.P., Cavanagh R.R., 2004, “Las claves prácticas de Seis Sigma”, McGraw-Hill/Interamericana de España, SAU.

Pyzdek T., 2003, “The six sigma handbook”, McGraw-Hill, New York.

Porter M., 1982, “Estrategia competitiva”, CECSA.

Steiner G.A., 1990 "Planeación estratégica", CECSA.

Thomson y Strickland, 1998, "Dirección y administración estratégicas", McGraw-Hill, México.

ANEXOS

ANEXO I

IV JORNADAS DE DISCUSIÓN: PLANIFICACIÓN INSTITUCIONAL

(21, 22 y 23 de Noviembre, 2007)

1. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO INSTITUCIONAL (SITUACIÓN SOCIO ECONÓMICA)

Los valores del PIB y tasa de crecimiento del país demuestran una cierta estabilidad: para el año 2007, 43.758 millones de dólares y 4.11 % respectivamente. La proyección de la tasa de crecimiento a Noviembre de 2008 es de 6.2 % con un PIB semejante.

En cuanto al crecimiento del PIB por rama de actividad, se tiene sectores negativos como la agricultura (-1.8 %) y la refinación de productos petroleros (-2.8%) en tanto que la pesca y la intermediación financiera acusan crecimientos notables (22 y 18 % respectivamente)

La economía de las ramas vinculadas con el petróleo frente a la economía de las que no están relacionadas con él es totalmente diferente: mientras que las primeras tienen un ascenso importante por los precios del petróleo, las segundas tiene un franco descenso. Las tasas de exportación e inversión también han descendido. La emigración que en 2003 llega a 2.3 millones de personas marca la tónica del grave problema que tiene el país por la falta de fuentes de trabajo. La pobreza a la que está sometida el mayor porcentaje de la población ecuatoriana es el principal problema que afronta el Ecuador.

El pago de intereses y amortizaciones de la deuda pública absorbe un porcentaje alto de los ingresos corrientes (entre 20 y 30 % del presupuesto del estado)

Las tasas de interés que son 3 veces más altas que las internacionales (alrededor de 9.33%), en un contexto de dolarización, no han permitido la adecuada recuperación del aparato productivo.

La demanda de ciencia y tecnología en el país no está muy visualizada en los sectores tradicionales y pobres de la población, mientras que en el sector pudiente se utiliza tecnología pero muy poco se asimila o apropia.

En términos de oferta de ciencia y tecnología, existen en el país contados centros de investigación y universidades que se dedican a investigar. De las 74 universidades que existen en el país, la SENACYT estima que solo 8 están en capacidad de hacerlo (entre éstas está la EPN)

2. LA EPN Y EL CUMPLIMIENTO DE SUS FUNCIONES BÁSICAS

2.1. Docencia

La EPN cuenta con 459 profesores titulares activos, de los cuales 351 (76.5 %) son a tiempo completo y de éstos, 237 (67.5 %) poseen título de cuarto nivel. En cuanto a la distribución del tiempo de dedicación de los docentes a tiempo completo, se puede mencionar que en el dictado de clases participa un 62.8 % mientras que en la investigación sólo está un 4.5 %.

La edad promedio de los docentes titulares politécnicos (T/C y T/P) en abril del 2007 fue de 53.5 años, siendo la edad promedio de los docentes titulares de T/P ligeramente superior.

2.2. Investigación

La EPN es la institución de educación superior en el país que tiene la mayor potencialidad para impulsar las actividades de ciencia y tecnología, lo cual se confirma por la masa crítica disponible, por los servicios de consultoría y laboratorio, por los proyectos de investigación realizados y por sus publicaciones y participación en Congresos Nacionales e Internacionales.

2.3. Extensión

Esta actividad se ha cumplido mediante convenios y contratos relacionados con investigación aplicada y prestación de servicios en ciencia y tecnología. La mayor parte de estas actividades han obedecido a los requerimientos de servicios por parte de los demandantes.

Las unidades de investigación científica y tecnológica (UNICYT) existentes en la EPN tienen normada su actividad, sin embargo, en algunos casos no poseen suficiente infraestructura organizacional y física. Los trabajos que allí se desarrollan, en cuanto a calidad técnica, han sido reconocidos por los usuarios, no así en lo referido al cumplimiento de plazos, lo que obliga a plantearse modelos administrativos – financieros más expeditos.

La extensión apenas ocupa 3 % del tiempo de los docentes T/C y se dirige principalmente a la prestación de servicios a través de laboratorios, seguido por cursos, seminarios o conferencias. Mención especial merece el trabajo desarrollado por el Instituto Geofísico que tiene a su cargo el diagnóstico y vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos en el Ecuador. Otras unidades importantes son el Observatorio astronómico de Quito y el CEC.

Aunque no lo menciona el documento indicado (IV Jornadas de discusión), el DECAB también es otra instancia de la EPN que atiende importantes servicios de extensión (difusión de tecnologías, asistencia a la exportación de frutas, seminarios y conferencias, capacitación de estudiantes, control de calidad, etc.)

2.4. FODA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DOCENCIA			
DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1) Planta docente adulta, no actualizada y desvinculada y sin plan de renovación	1) Alto porcentaje de profesores con título de cuarto nivel y a tiempo completo	1) Nuevas inversiones en sectores estratégicos del país	1) Formación pobre en el estudiante secundario
2) Falta de orientación crítica y de enfoque integral en la formación del estudiante	2) Formación técnica Fuerte	2) Financiamiento estatal	2) No hay planificación del CONESUP del mercado laboral
3) Pobre cultura Institucional para evaluación e incentivos	3) Exigencia académica	3) Prestigio institucional	3) Alta dependencia de una economía poco estable
4) Deficiencia en Infraestructura: aulas, oficinas, laboratorios	4) Carreras tradicionales Consolidadas	4) Apertura para capacitación de docentes y estudiantes	4) Competencia con carreras de otras universidades
5) Prioridad de lo administrativo respecto a lo académico	5) Política Institucional tendiente a garantizar el estudio de todos los estudiantes	5) Demanda creciente de profesionales de 4º nivel	5) Sobre dimensionamiento del prestigio Institucional
6) Falta de seguimiento a Egresados	6) Apertura para suscribir Convenios con Universidades del exterior	6) Demanda de Nuevas carreras	6) Bajo crecimiento económico del país

INVESTIGACIÓN			
DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1) Priorización de lo administrativo sobre lo académico y de lo docente sobre la investigación	1) Existe capital humano con experiencia	1) Muchos problemas en el país pueden ser enfrentados mediante investigación	1) Adquisición de soluciones tecnológicas importadas
2) Carencia de un fondo adecuado para proyectos internos en la proforma presupuestaria	2) Estructura institucional por departamentos	2) Existen convenios internacionales para formar equipos multidisciplinarios	2) Falta de una política nacional de investigación
3) Pobre cultura de Investigación	3) Disponibilidad de Estudiantes	3) Marco legal del CONESUP exige y financia investigación	3) Ausencia de cultura de investigación interuniversitaria
4) No hay política de Investigación	4) Capacidad de generar recursos propios	Existencia de fuentes De Financiamiento Externo	Altos sueldos para los investigadores en el sector externo
5) Carencia de incentivos y estímulos a la labor investigativa			

VINCULACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO			
DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1) Deficiente estructura administrativa financiera	1) Existe personal Capacitado	1) Demanda insatisfecha de productos tecnológicos y científicos	1) No hay plan nacional de desarrollo productivo y social
2) Actitud pasiva de los actores de la EPN (autoridades, profesores estudiantes)	2) La EPN cuenta con algunos laboratorios certificados y acreditados	2) Recuperación de prestigio de la EPN	2) Competencia de servicios de otras universidades e instituciones privadas
3) Carencia de incentivos y estímulos para la vinculación con el medio externo	3) Prestigio de la EPN	3) Demanda de profesionales calificados	3) Falta de transparencia en la asignación de proyectos por parte del Estado
4) Falta de apertura de la Institución hacia el medio externo	4) Participación estudiantil	4) Nivel profesional externo deficiente	4) Bajo nivel técnico de quienes toman decisiones
5) Deficiencia de una cantidad adecuada de laboratorios para prestación de servicios		5) Existencia de organizaciones que demandan servicios	
Falta de difusión del quehacer de la Institución			

ANEXO II
HOJA DE TRABAJO PARA EL CUADRO DE PROYECTO

Título del proceso:		
Responsable de proceso: ----- Caso de negocio:	Miembros del equipo:	
Declaración problema/oportunidad:	del	Declaración del objetivo:
Alcance del proyecto, restricciones y compromisos:	“Partes interesadas”	
PLANIFICACIÓN PRELIMINAR	Fecha objetivo	Fecha real
Fecha de comienzo:		
DEFINIR		
MEDIR		
ANALIZAR		
MEJORAR		
CONTROLAR		
Fecha de finalización:		

ANEXO III
DECLARACIÓN DEL PROBLEMA/OPORTUNIDAD.
INVESTIGACIÓN.

Nombre del proceso: Investigación
<p>¿Cuál es el problema? ¿Qué fue lo que hizo que se centrara en él la atención del DECAB?</p> <p>El país necesita de la investigación pero las líneas temáticas no están definidas ni priorizadas. Faltan proyectos de investigación. Los clientes que demandan investigación son escasos.</p> <p>Los investigadores no están satisfechos por falta de incentivos personales y económicos.</p> <p>En la EPN difícilmente se logra un trabajo interdisciplinario. Es raro el trabajo en equipo.</p>
<p>¿Qué impacto ha tenido ya el problema? ¿De qué evidencias dispone para afirmar que es realmente un problema digno de atención?</p> <p>Los investigadores no están haciendo todo el trabajo que pudieran hacer y los equipos físicos de investigación (infraestructura) están trabajando poco o están parados con las consecuencias naturales de deterioro.</p> <p>El problema es digno de atención porque una de las finalidades básicas del DECAB se está cumpliendo solo parcialmente.</p>
<p>¿Qué consecuencias puede tener el DECAB si no se soluciona este problema?</p> <p>La decadencia de sus operaciones, razón de ser, que a la final puede determinar su desaparición.</p>
<p>Resumen de la información anterior en un párrafo breve.</p> <p>El problema detectado en el DECAB, relacionado con la investigación, es que el número de proyectos de investigación captados, es pequeño y no está de acuerdo a las urgencias del país.</p>

ANEXO IV

DECLARACIÓN DEL PROBLEMA/OPORTUNIDAD. EXTENSIÓN

Nombre del proceso: Extensión
<p>¿Cuál es el problema? ¿Qué fue lo que hizo que se centrara en él la atención del DECAB?</p> <p>La demanda de transferencia tecnológica y asistencia técnica es pequeña. La utilización de planta piloto es limitada. No hay oferta de seminarios o programas de capacitación. La oferta de servicios de laboratorio es limitada. El servicio de información técnica es poco ágil y muy limitado. No tiene difusión.</p>
<p>¿Qué impacto ha tenido ya el problema? ¿De qué evidencias dispone para afirmar que es realmente un problema digno de atención?</p> <p>El impacto más importante es la falta de operaciones en el DECAB y por tanto la pérdida gradual de contacto con el medio externo. La evidencia de este problema se refleja en la escasez de trabajos para el sector externo, la ausencia de oferta de Seminarios y/o talleres, la falta de trabajos en los laboratorios y la demanda limitada en el Centro de información.</p>
<p>¿Qué consecuencias puede tener el DECAB si no se soluciona este problema?</p> <p>La decadencia de una de sus operaciones básicas.</p>
<p>Resumen de la información anterior en un párrafo breve.</p> <p>Los servicios de extensión que debería realizar el DECAB están seriamente limitados por algunos factores que deberán evaluarse.</p>

ANEXO V

DECLARACIÓN DEL PROBLEMA/OPORTUNIDAD. DOCENCIA

Nombre del proceso: Docencia
<p>¿Cuál es el problema? ¿Qué fue lo que hizo que se centrara en él la atención del DECAB?</p> <p>Los contenidos curriculares en algunos casos, no están de acuerdo con las demandas profesionales del país. Además la infraestructura física y disponibilidad de materiales docentes no es suficiente.</p> <p>La atención del DECAB sobre este problema se debe a que los estudiantes graduados, en cuya formación intervienen los profesores del DECAB, no tienen facilidad para conseguir trabajo, que ciertamente está limitado por las condiciones del país, y quizá por no estar actualizadas las mallas curriculares, pero también por no existir una estrategia que permita a las empresas externas disponer de personal preparado por la EPN.</p>
<p>¿Qué impacto ha tenido ya el problema? ¿De qué evidencias dispone para afirmar que es realmente un problema digno de atención?</p> <p>Con un volumen estudiantil de 10.000 personas, esta población incrementa solo un 2 % al año. La inversión de cada profesional formado es de aproximadamente 17.000 dólares, cantidad que se va a aumentar con la gratuidad aprobada en la nueva constitución.</p>
<p>¿Qué consecuencias puede tener el DECAB si no se soluciona este problema?</p> <p>El problema para el DECAB no es de su incumbencia, porque la docencia es solo una actividad complementaria, pero sí para la EPN, que si no es proactiva en este aspecto, puede ir perdiendo competitividad frente a las otras universidades o Escuelas Politécnicas en detrimento del progreso del país.</p>
<p>Resumen de la información anterior en un párrafo breve.</p> <p>La EPN tiene el problema de formación de profesionales que cubran la demanda del país en cuanto a conocimientos y ramas de conocimiento.</p>

ANEXO VI

DECLARACIÓN DEL PROBLEMA/OPORTUNIDAD. POST GRADO

Nombre del proceso: Post Grado
<p>¿Cuál es el problema? ¿Qué fue lo que hizo que se centrara en él la atención del DECAB?</p> <p>El DECAB promueve los post grados individuales. El principal problema de los post grados individuales es que no existe, al momento, un status legal de su existencia dentro de las disposiciones del CONESUP. Por otra parte existe dificultad para costearlos, lo cual genera desperdicio de talentos por falta de dinero.</p>
<p>¿Qué impacto ha tenido ya el problema? ¿De qué evidencias dispone para afirmar que es realmente un problema digno de atención?</p> <p>La falta de producción de gente altamente especializada para atender los problemas de investigación que demanda el país.</p> <p>Las empresas y las universidades del todo el mundo están exigiendo la presencia de profesionales con el cuarto nivel.</p> <p>Si el DECAB no establece un programa de post grado individual, quedará a la zaga de otras universidades que sí están atendiendo esta demanda.</p>
<p>¿Qué consecuencias puede tener el DECAB si no se soluciona este problema?</p> <p>El DECAB comenzará a perder peso dentro del contexto de apoyo a los procesos de solución de problemas científicos y tecnológicos del país.</p>
<p>Resumen de la información anterior en un párrafo breve.</p> <p>La formación de profesionales de cuarto nivel es una necesidad importante para el Ecuador porque la globalización de la ciencia y tecnología así lo exigen. Desgraciadamente las prioridades no están establecidas y por tanto no está claro el panorama legal ni financiero para el desarrollo de estas carreras. La solución del problema no está en manos del DECAB.</p>

ANEXO VII
CUADRO DE PROYECTO. DOCENCIA

Título del proceso: DOCENCIA	
Responsable de proceso: Ing. Bolívar Izurieta ----- Caso de negocio: La demanda de buenos profesionales es prioritaria para el país. La EPN forma ingenieros en diversas disciplinas que requiere el país y está en proceso de acreditación universitaria.	Miembros del equipo: Ing. Bolívar Izurieta Ing. Neyda Espín Ing. Pablo Pólit Ing. Oswaldo Acuña Ing. Jorge Dávila Dra. Jenny Ruales Lcda. Margarita Rosero
Declaración del problema/opportunidad: La EPN tiene el problema de formación de profesionales que cubran la demanda del país en cuanto a conocimientos y ramas de conocimiento. /El prestigio de la EPN como universidad técnica permanece hasta la fecha y los costos de la educación son razonables.	Declaración del objetivo: Buscar las causas de la dificultad de colocación profesional. Participar en comisiones de alto nivel para revisión de mallas curriculares. Evaluar adecuadamente a los profesores del DECAB e Implementar incentivos a sus funciones Participar en la elaboración de reglamentos que generen eficiencia y eficacia.
Alcance del proyecto, restricciones y compromisos: La implementación de carreras que estén de acuerdo con las necesidades	“Partes interesadas” Estudiantes de pregrado Docentes del DECAB y de la EPN

del país. El DECAB solo provee docentes para las carreras. El proceso debe cumplir los objetivos señalados en la sección respectiva de este cuadro de proyecto.		Empresas industriales El País	
PLANIFICACIÓN PRELIMINAR	Fecha objetivo		Fecha real
Fecha de comienzo:			
DEFINIR			
MEDIR			
ANALIZAR			
MEJORAR			
CONTROLAR			
Fecha de finalización:			

ANEXO VIII

CUADRO DE PROYECTO. POST GRADO

Título del proceso: Post Grado		
Responsable de proceso: Dra. Jenny Ruales Caso de negocio: El Post grado es una demanda de Universidades y Países y la EPN se obliga en su Misión y Planificación estratégica. El DECAB tiene contactos con Universidades europeas y latinoamericanas con especialidades afines. Las posibilidades de desarrollar tesis de grado de cuarto nivel en el ámbito de alimentos son reales y benefician al Ecuador y países participantes.	Miembros del equipo: Dra. Jenny Ruales Ing. Pablo Pólit	
Declaración del problema/ oportunidad: La existencia del post grado individual no tiene actualmente un status legal en el CONESUP para poder tener su existencia garantizada y apoyada. No se pueden inscribir nuevos estudiantes, porque no hay disposición legal escrita.	Declaración del objetivo: Lograr un respaldo legal para el establecimiento de los Post grados Definir en presupuesto nacional para la investigación, la disponibilidad de fondos suficientes para el desarrollo de los post grados y/o establecer mecanismos de acceso a fondos de formación académica Revisar las prioridades de la EPN, frente a los requerimientos del país.	
Alcance del proyecto, restricciones y compromisos: Lograr el status legal del establecimiento de post grados individuales. Rediseñar los programas de post grado para lograr competitividad con otras universidades. Definir con las autoridades de la Universidad y del país el flujo de fondos para los post grados Las restricciones se refieren a la falta de status legal, a la reprogramación de los temas y metodologías, a la consecución de fondos. Los compromisos entre los profesores y la EPN, deben estar claramente especificados	“Partes interesadas” Estudiantes de post grado Docentes del DECAB y de la EPN Empresas industriales Empresas agropecuarias Estamentos gubernamentales	
PLANIFICACIÓN PRELIMINAR	Fecha objetivo	Fecha real
Fecha de comienzo:		
DEFINIR		
MEDIR		
ANALIZAR		
MEJORAR		
CONTROLAR		
Fecha de finalización:		

ANEXO IX ENCUESTAS DECAB. 2006

1. ¿Tipo de empresa a la que pertenece o producto que elabora?

Empresa o Producto	Cantidad	%
1. Harinas y panificación	0	0
2. Agua	2	18
3. Cárnicos	1	9
4. Lácteos	1	9
5. Universidad	1	9
6. Frutas y vegetales	0	0
7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.	1	9
8. Arroz	1	9
9. Farmaceutica	1	9
10 Productos nutricionales	1	9
11. Salsas	1	9
12. Programa mundial de alimentos	1	9
	11	100

2. ¿Cuáles son los servicios del Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) que Ud. Utiliza?

Servicio utilizado	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Bromatología	EP: 03, 04, 09, 10, 11, 12	6	30	1. Harinas y panificación	EP01
Microbiología	EP: 02*, 03, 04, 07, 09, 11, 12	8	40	2. Agua	EP02
Farinología	EP: 05	1	5	3. Cárnicos	EP03
HPLC	EP: 09, 12	2	10	4. Lácteos	EP04
Minerales	EP: 12	1	5	5. Universidad	EP05
Poscosecha		0	0	6. Frutas y vegetales	EP06
A. sensorial		0	0	7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.	EP07
Planta piloto	EP: 10	1	5	8. Arroz	EP08
Servicios Técnicos		0	0	9. Farmaceutica	EP09
C. de Información		0	0	10 Productos nutricionales	EP10
Reología	EP 08	1	5	11. Salsas	EP11
		20	100	12. Programa mundial de alimentos	EP12

3. ¿Con que frecuencia utiliza los servicios?

Período	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Semanalmente		0	0	1. Harinas y panificación	EP01
Mensualmente	EP: 03, 04, 08, 11, 12,	5	38	2. Agua	EP02
Quincenalmente		0	0	3. Cárnicos	EP03
Trimestralmente	EP: 02, 10.	2	15	4. Lácteos	EP04
Semestralmente	EP: 02, 07.	2	15	5. Universidad	EP05
Anualmente		0	0	6. Frutas y vegetales	EP06
Sin frecuencia	EP: 02*, 05,	4	31	7. Harinas para carnes, para balanceados	EP07

específica	09,	de calamar y camarón fresco congelado.	
	13	100	8. Arroz EP08
			9. Farmaceutica EP09
			10 Productos nutricionales EP10
			11. Salsas EP11
			12. Programa mundial de alimentos EP12

4. ¿Cuenta su empresa con un departamento de investigación y desarrollo de productos?

Respuesta	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Si	EP: 03, 04, 05, 07, 10, 11.	6	55	1. Harinas y panificación	EP01
No	EP: 02*, 08, 09, 12.	5	45	2. Agua	EP02
	TOTAL:	11	100	3. Cárnicos	EP03
				4. Lácteos	EP04
				5. Universidad	EP05
				6. Frutas y vegetales	EP06
				7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.	EP07
				8. Arroz	EP08
				9. Farmaceutica	EP09
				10 Productos nutricionales	EP10
				11. Salsas	EP11
				12. Programa mundial de alimentos	EP12

5. ¿Sabía usted que el DECAB también ofrece Asesoría en desarrollo de productos, Mejoramiento de Procesos, Adaptación de Procesos, Capacitación en GMP, HACCP, ISO 22000?

Respuesta	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Si	EP: 02, 03, 04, 07, 08, 11, 12.	7	64	1. Harinas y panificación	EP01
No	EP: 02, 05, 09, 10.	4	36	2. Agua	EP02
	TOTAL:	11	100	3. Cárnicos	EP03
				4. Lácteos	EP04
				5. Universidad	EP05
				6. Frutas y vegetales	EP06
				7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.	EP07
				8. Arroz	EP08
				9. Farmaceutica	EP09
				10 Productos nutricionales	EP10
				11. Salsas	EP11

12. Programa mundial de
alimentos

EP12

7. Marque en el casillero el grado de aceptación del servicio de análisis

7.1. Atención al cliente

Secretaría				Recepción de muestras			
Respuesta	CODIGO	Cantidad	%	CODIGO	Cantidad	%	
Muy bueno	EP: 02*, 05, 07, 08, 09, 10,12	8	73	EP: 02*, 05, 07, 08, 09, 12	7	64	
Bueno	EP: 03, 04, 11	3	27	EP: 03, 04, 11	3	27	
Regular		0	0		0	0	
Pobre		0	0		0	0	
Muy pobre		0	0		0	0	
No responde		0	0	EP: 10	1	9	
TOTAL:		11	100	11		100	

* Dos empresas de agua

7.2. Tiempo de entrega de resultados

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%	
Muy bueno	EP: 02*, 07, 08, 05, 09, 10.	6	55	
Bueno	EP: 02*	1	9	
Regular	EP: 03, 04, 11	3	27	
Pobre	EP: 12	1	9	
Muy pobre		0	0	
No responde		0	0	
TOTAL:		11	100	

* Dos
empresas de
agua

7.3. Precio

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%	
Muy bueno		0	0	
Bueno	EP: 07, 08, 05, 02*, 10,	6	55	
Regular	EP: 03, 04, 09, 11, 12	5	45	
Pobre		0	0	
Muy pobre		0	0	
No responde		0	0	
TOTAL:		11	100	

* Dos
empresas de
agua

7.4. Calidad de resultados

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%	
Muy bueno	EP: 02*,05, 07, 08, 10.	6	55	
Bueno	EP: 03, 04, 09, 11, 12.	5	45	
Regular		0	0	
Pobre		0	0	
Muy pobre		0	0	
No responde		0	0	

* Dos
empresas de
agua

TOTAL:	11	100
--------	----	-----

12. ¿Qué nos recomendaría usted para mejorar nuestro servicio?

Recomendación:	CODIGO	Cantidad	%
Incorporar pruebas de peso molecular, rápidas, sencillas y específicas.	EP: 07.	1	9
Copados de trabajo, entonces establecer turnos para trabajos con fechas aproximadas.	EP: 08.	1	9
Base de datos por cliente, y agilizar recepción, análisis y reporte de resultados; con apoyo estadístico con datos generados.	EP: 09.	1	9
Mayor desinfección de los equipos.	EP: 10.	1	9
Todo está bien	EP: 02, 05	2	18
Mayor agilidad en tiempos de entrega de resultados de análisis.	EP: 12	1	9
No hay sugerencia	EP: 02, 03, 04 y 11	4	36
	TOTAL:	11	100

ANEXO X ENCUESTAS DECAB. 2007

1. ¿Tipo de empresa a la que pertenece o producto que elabora?

Empresa o Producto	Cantidad	%
1. Harinas y panificación	3	19
2. Agua	0	0
3. Cárnicos	1	6
4. Lácteos	0	0
5. Universidad	5	31
6. Frutas y vegetales	2	13
7. Fabricación de alimentos balanceados para animales	1	6
8. Confitería - Pastas Alimenticias - Chocolate semielaborado	1	6
9. Hidratantes	1	6
10. Estabilizantes para alimentos	1	6
11. No somos fabricantes	1	6
	16	100

2. ¿Cuáles son los servicios del Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) que Ud. Utiliza?

Servicio utilizado	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Bromatología	EP: 01(3),03,05(4),06(2),10	11	22	1. Harinas y panificación	EP01
Microbiología	EP:01,05(2),06,09,10	6	12	2. Agua	EP02
Farinología	EP:01(3)	3	6	3. Cárnicos	EP03
HPLC	EP:01(3),03,05(2),06	7	14	4. Lácteos	EP04
Minerales	EP:01(3),05,07	5	10	5. Universidad	EP05
Poscosecha	EP:05,06	2	4	6. Frutas y vegetales	EP06
A. sensorial	EP:01(2),05(3),06	6	12	7. Fabricación de alimento balanceado para animales	EP07
Planta piloto	EP:01(2),05(4),06,11	8	16	8. Confitería - Pastas Alimenticias - Chocolate semielaborado	EP08
Servicios Técnicos		0	0	9. Hidratantes	EP09
C. de Información		0	0	10. Estabilizantes para alimentos	EP10
Reología	EP:07,08,10	3	6	11. No somos fabricantes	EP11
		51	100		

3. ¿Con que frecuencia utiliza los servicios?

Período	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Semanalmente		0	0	1. Harinas y panificación	EP01
Mensualmente	EP: 01(3),09,10	5	31	2. Agua	EP02
Quincenalmente		0	0	3. Cárnicos	EP03
Trimestralmente		0	0	4. Lácteos	EP04
Semestralmente	EP: 03,05,11	3	19	5. Universidad	EP05
Anualmente		0	0	6. Frutas y vegetales	EP06
Sin frecuencia específica	EP: 05(4),06(2),07,08	8	50	7. Fabricación de alimentos balanceados para animales	EP07

16	100	8. Confiteria - Pastas Alimenticias - Chocolate semielaborado	EP08
		9. Hidratantes	EP09
		10. Estabilizantes para alimentos	EP10
		11. No somos fabricantes	EP11

4. ¿Cuenta su empresa con un departamento de investigación y desarrollo de productos?

Respuesta	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Si	EP: 06, 07, 08, 09,10,	5	31	1. Harinas y panificación	EP01
No	EP: 01(3),03,05(4),06,11	10	63	2. Agua	EP02
No responde		1	6	3. Cárnicos	EP03
	Total	16	100	4. Lácteos	EP04
				5. Universidad	EP05
				6. Frutas y vegetales	EP06
				7. Fabricación de alimentos balanceados para animales	EP07
				8. Confiteria - Pastas Alimenticias - Chocolate semielaborado	EP08
				9. Hidratantes	EP09
				10. Estabilizantes para alimentos	EP10
				11. No somos fabricantes	EP11

5. ¿Sabía usted que el DECAB también ofrece Asesoría en desarrollo de productos, Mejoramiento de Procesos, Adaptación de Procesos, Capacitación en GMP, HACCP, ISO 22000?

Respuesta	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Si	EP: 05(2),10	3	19	1. Harinas y panificación	EP01
No	EP: 01(3),03,05(3),06(2),07,08,09,11	13	81	2. Agua	EP02
	TOTAL:	16	100	3. Cárnicos	EP03
				4. Lácteos	EP04
				5. Universidad	EP05
				6. Frutas y vegetales	EP06
				7. Fabricación de alimentos balanceados para animales	EP07
				8. Confiteria - Pastas	EP08

Alimenticias -
 Chocolate
 semielaborado
 9. Hidratantes EP09
 10. Estabilizantes EP10
 para alimentos
 11. No somos EP11
 fabricantes

7. Marque en el casillero el grado de aceptación del servicio de análisis

7.1. Atención al cliente

Secretaría				Recepción de muestras			
Respuesta	CODIGO	Cantidad	%	Respuesta	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP: 01(3), 03, 05(4),06(2), 08, 09, 10	13	81	Muy bueno	EP: 01(2), 03, 05(4), 06(2), 08, 10	11	69
Bueno	EP: 05,07	2	13	Bueno	EP: 01,05,07	3	19
Regular		0	0	Regular		0	0
Pobre		0	0	Pobre		0	0
Muy pobre		0	0	Muy pobre		0	0
No responde	EP: 11	1	6	No responde	EP: 09,11	2	13
TOTAL:		16	100	TOTAL:		16	100

7.2. Tiempo de entrega de resultados

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP: 05(2),09,10	4	25
Bueno	EP: 05,06,07	3	19
Regular	EP: 01(3),05,06	5	31
Pobre	EP: 05	1	6
Muy pobre		0	0
No responde	EP:03,08,11	3	19
TOTAL:		16	100

7.3. Precio

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP:05,06,09	3	19
Bueno	EP: 01(3),05(3),10	7	44
Regular	EP: 05,06	2	13
Pobre	EP:07	1	6
Muy pobre		0	0
No responde	03,08,11	3	19
TOTAL:		16	100

7.4. Calidad de resultados

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP: 05(4),06,09,10	7	44
Bueno	EP: 01(2),05,06	4	25
Regular	EP: 01	1	6
Pobre		0	0
Muy pobre		0	0
No responde	EP: 03,07,08,11	4	25
* Dos empresas de agua	TOTAL:	16	100

12. ¿Qué nos recomendaría usted para mejorar nuestro servicio?

Recomendación:	CODIGO	Cantidad	%
Mejorar coordinacion en el proceso	EP: 05	1	6
Cubrir mayor rango de requerimiento en cuanto a horarios para satisfaccion del cliente.	EP: 05	1	6
Mayor agilidad en tiempos de entrega de resultados de análisis.	EP: 01(3),05(2),06,	6	38
No hay sugerencia	EP: 03,05,06,07,08,09,10,11	8	50
TOTAL		16	100

ANEXO XI

ENCUESTAS DECAB. 2008

1. ¿Tipo de empresa a la que pertenece o producto que elabora?

Empresa o Producto	Cantidad	%
1. Harinas y panificación	0	0
2. Agua	2	18
3. Cárnicos	1	9
4. Lácteos	1	9
5. Universidad	1	9
6. Frutas y vegetales	0	0
7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.	1	9
8. Arroz	1	9
9. Farmaceutica	1	9
10 Productos nutricionales	1	9
11. Salsas	1	9
12. Programa mundial de alimentos	1	9
	11	100

2. ¿Cuáles son los servicios del Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) que Ud. Utiliza?

Servicio utilizado	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto
Bromatología	EP: 03, 04, 09, 10, 11, 12	6	30	1. Harinas y panificación
Microbiología	EP: 02*, 03, 04, 07, 09, 11, 12	8	40	2. Agua
Farinología	EP: 05	1	5	3. Cárnicos
HPLC	EP: 09, 12	2	10	4. Lácteos
Minerales	EP: 12	1	5	5. Universidad
Poscosecha		0	0	6. Frutas y vegetales
A. sensorial		0	0	7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.
Planta piloto	EP: 10	1	5	8. Arroz
Servicios Técnicos		0	0	9. Farmaceutica
C. de Información		0	0	10 Productos nutricionales
Reología	EP 08	1	5	11. Salsas
		20	100	12. Programa mundial de alimentos

3. ¿Con que frecuencia utiliza los servicios?

Período	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto
Semanalmente		0	0	1. Harinas y panificación
Mensualmente	EP: 03, 04, 08, 11, 12,	5	38	2. Agua
Quincenalmente		0	0	3. Cárnicos
Trimestralmente	EP: 02, 10.	2	15	4. Lácteos
Semestralmente	EP: 02, 07.	2	15	5. Universidad
Anualmente		0	0	6. Frutas y vegetales

Sin frecuencia específica	EP: 02*, 05, 09,	4	31	7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.
		13	100	8. Arroz
				9. Farmaceutica
				10 Productos nutricionales
				11. Salsas
				12. Programa mundial de alimentos

4. ¿Cuenta su empresa con un departamento de investigación y desarrollo de productos?

Respuesta	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto
Si	EP: 03, 04, 05, 07, 10, 11.	6	55	1. Harinas y panificación
No	EP: 02*, 08, 09, 12.	5	45	2. Agua
	TOTAL:	11	100	3. Cárnicos
				4. Lácteos
				5. Universidad
				6. Frutas y vegetales
				7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.
				8. Arroz
				9. Farmaceutica
				10 Productos nutricionales
				11. Salsas
				12. Programa mundial de alimentos

5. ¿Sabía usted que el DECAB también ofrece Asesoría en desarrollo de productos, Mejoramiento de Procesos, Adaptación de Procesos, Capacitación en GMP, HACCP, ISO 22000?

Respuesta	Empresa o Producto	Cantidad	%	Empresa o Producto	CODIGO
Si	EP: 02, 03, 04, 07, 08, 11, 12.	7	64	1. Harinas y panificación	EP01
No	EP: 02, 05, 09, 10.	4	36	2. Agua	EP02
	TOTAL:	11	100	3. Cárnicos	EP03
				4. Lácteos	EP04
				5. Universidad	EP05
				6. Frutas y vegetales	EP06
				7. Harinas para carnes, para balanceados de calamar y camarón fresco congelado.	EP07
				8. Arroz	EP08
				9. Farmaceutica	EP09
				10 Productos nutricionales	EP10
				11. Salsas	EP11
				12. Programa mundial de alimentos	EP12

7. Marque en el casillero el grado de aceptación del servicio de análisis

7.1. Atención al cliente

Secretaría				Recepción de muestras		
Respuesta	CODIGO	Cantidad	%	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP: 02*, 05, 07, 08, 09, 10,12	5	38	EP: 02*, 05, 07, 08, 09, 12	3	27

Bueno	EP: 03, 04, 11	7	54	EP: 03, 04, 11	7 6 4
Regular		0	0		0 0
Pobre		1	8		0 0
Muy pobre		0	0		1 9
No responde		0	0	EP: 10	0 0
TOTAL:		13	100		11 1 0 0

* Dos empresas de agua

7.2. Tiempo de entrega de resultados

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP: 02*, 07, 08, 05, 09, 10.	2	18
Bueno	EP: 02*	4	36
Regular	EP: 03, 04, 11	3	27
Pobre	EP: 12	0	0
Muy pobre		1	9
No responde		1	9
TOTAL:		11	100

* Dos
empresas de
agua

Muy bueno		2	18
Bueno	EP: 07, 08, 05, 02*, 10,	3	27
Regular	EP: 03, 04, 09, 11, 12	3	27
Pobre		1	9
Muy pobre		0	0
No responde		2	18
TOTAL:		11	100

* Dos
empresas de
agua

7.4. Calidad de resultados

Respuesta	CODIGO	Cantidad	%
Muy bueno	EP: 02*, 05, 07, 08, 10.	9	82
Bueno	EP: 03, 04, 09, 11, 12.	1	9
Regular		1	9
Pobre		0	0
Muy pobre		0	0
No responde		0	0
TOTAL:		11	100

* Dos
empresas de
agua

12. ¿Qué nos recomendaría usted para mejorar nuestro servicio?

Recomendación:	CODIGO	Cantidad	%
Incorporar pruebas de peso molecular, rápidas, sencillas y específicas.	EP: 07.	1	9
Copados de trabajo, entonces establecer turnos para trabajos con fechas aproximadas.	EP: 08.	1	9
Base de datos por cliente, y agilizar recepción, análisis y reporte de resultados; con apoyo estadístico con datos generados.	EP: 09.	1	9
Mayor desinfección de los equipos.	EP: 10.	1	9
Todo está bien	EP: 02, 05	2	18
Mayor agilidad en tiempos de entrega de resultados de análisis.	EP: 12	1	9
No hay sugerencia	EP: 02, 03, 04 y 11	4	36
	TOTAL:	11	100

ANEXO XII PROYECTOS INVESTIGACIÓN EN 15 AÑOS

AÑOS	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07
Investigador 1															
Quinoa*	x	x	x	x											
Nutrición (3)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Yuca*		x	x												
Raíces (3)**							x	x	x	x					
Babaco								x	x	x	x	X			
Maíz*								x	x	x	x	x			
Calorimetría														x	x
Frutas tropicales (3)**														x	x
Investigador 2															
Alimentos infantiles*	x	x	x												
Inchi*		x	x	x											
Producción más limpia			x	x	x	x									
Post cosecha*						x	x	x							
Soya*							x	x	x	x					
Investigador 3															
Lechuga														x	x
Investigador 4															
Quinoa*								x	x						
Plátano*											x	x			
Chirimoya*												x	x		
Naranjilla*													x	x	
Investigador 5															
Jugos clarificados															x
Investigador 6															
Mejoramiento pequeña empresa*											x	x	x	x	x
Investigador 7															
Producción más limpia*												x	x		
Investigador 8															
Sistemas de gestión												x	x		
Goma xantam		x	x												

*Proyectos que podrían estar catalogados como importantes y urgentes para el país. Cada * representa 1 proyecto. 16/29. Los números en () indican el número de proyectos en ese tema.
(Dávila J.)

ANEXO XIII
TABLA DE CONVERSIÓN SIGMA

Rendimiento a largo plazo	Proceso Sigma	Defectos por millón
99,99966	6	3,4
99,98	5	233
99,4	4	6.210
93,3	3	66.807
84,1	2,5	158.655
69,1	2	308.538
50,0	1,5	500.000
46,0	1,4	539.828
42,1	1,3	579.260
38,2	1,2	617.911
34,5	1,1	655.422
30,9	1	691.462
15,9	0,5	841.345
6,7	0	933.193

(Eckes 2004)

ANEXO XIV

HOJA DE CÁLCULO SIGMA

ETAPA 1. Seleccionar el proceso, la unidad y los requisitos

- **Proceso a evaluar:** (proceso)
- **Lo “principal” que produce el proceso:** Resultados de análisis (unidad)
- **Requisitos del cliente clave para la unidad:**
(requisitos)

ETAPA 2. Definir los “defectos” y el “número de oportunidades”

- **Defectos:**
- **Número de oportunidades:** (¿cuántos defectos se puede encontrar en una unidad?)

ETAPA 3. Reunir los datos y calcular el índice DPMO (defectos por millón de oportunidades)

- **Datos del final del proceso** (recuento de unidades)
(recuento total de defectos)
- **Determinar el total de oportunidades de los datos reunidos:**
Número de unidades contabilizadas x oportunidades (total de oportunidades)
- **Calcular los defectos por millón de oportunidades:**
(Número de defectos contabilizados/total de oportunidades) x $10^6 = n/100 \times 10^6$ (DPMO)

ETAPA 4. Convertir DPMO en Sigma

Utilizando la tabla de conversión

ANEXO XV

CÁLCULO DE SIGMA. GENERACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

ETAPA 1. Seleccionar el proceso, la unidad y los requisitos

- **Proceso a evaluar:** Generación de proyectos de Investigación (proceso).
- **Lo “principal” que produce el proceso:** Proyectos de investigación que atiendan las necesidades del país. (unidad)
- **Requisitos del cliente clave para la unidad:** Solución o propuesta de solución de problemas prioritarios para el país. (nutrición, salud.)

ETAPA 2. Definir los “defectos” y el “número de oportunidades”

- **Defectos:** Proyectos que no solucionan necesidades prioritarias del país. (defectos)
- **Número de oportunidades:** (¿cuántos defectos se puede encontrar en una unidad?) 13 (Anexo 12) (oportunidades)

ETAPA 3. Reunir los datos y calcular el índice DPMO (defectos por millón de oportunidades)

- **Datos del final del proceso:**

29	(recuento de unidades)
13	(recuento total de defectos)
- **Determinar el total de oportunidades de los datos reunidos:**
 Número de unidades contabilizadas x oportunidades $1 \times 13 = 13$ (total de oportunidades)
- Calcular los defectos por millón de oportunidades:**
 (Número de defectos contabilizados/total de oportunidades) $\times 10^6 =$
 $13/29 \times 10^6 = 448.275$ (DPMO)

ETAPA 4. Convertir DPMO en Sigma

- **Utilizando la tabla de conversión:** 1.62 σ

ANEXO XVI

CÁLCULO DE SIGMA. PLAZO DE ENTREGA DE RESULTADOS.

ETAPA 1. Seleccionar el proceso, la unidad y los requisitos

- **Proceso a evaluar:** Entrega de resultados de análisis. (proceso)
- **Lo “principal” que produce el proceso:** Resultados de análisis (unidad)
- **Requisitos del cliente clave para la unidad:** Tiempo de entrega de resultados. (requisitos)

ETAPA 2. Definir los “defectos” y el “número de oportunidades”

- **Defectos:** Reclamos por plazos de entrega de resultados
- **Número de oportunidades:** (¿cuántos defectos se puede encontrar en una unidad?) 82 en el 2008; 45 en el 2006 (oportunidades)

ETAPA 3. Reunir los datos y calcular el índice DPMO (defectos por millón de oportunidades)

- **Datos del final del proceso:** 100 (recuento de unidades)
82 en 2008, 45 en 2006 (recuento total de defectos)
- **Determinar el total de oportunidades de los datos reunidos:**

Tabla 2.16. Cálculo de SIGMA. Plazo de entrega de resultados. (Continuación)

Número de unidades contabilizadas x oportunidades 1 x 82 en 2008 , 1 x 45 en 2006 (total de oportunidades)

- **Calcular los defectos por millón de oportunidades:**
(Número de defectos contabilizados/total de oportunidades) x 10^6 =
 $45/100 \times 10^6$ (DPMO) = 450.000 en 2006; $82/100 \times 10^6$ = 820.000 en 2008

ETAPA 4. Convertir DPMO en Sigma

Utilizando la tabla de conversión: 1,6 en 2006; 0,62 en 2008.