

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DPTO. DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN  
LA EMPRESA INVELIGENT**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**POR:** RAQUEL IZA CHORLANGO

**SANGOLQUÍ, Enero del 2012.**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Señorita RAQUEL IZA CHORLANGO como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO(S) EN SISTEMAS E INFORMÁTICA.

---

Quito, Enero del 2012

---

INGENIERO ANTONIO VERGARA  
Director

## **DEDICATORIA**

“Porque Jehová da la sabiduría,  
y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.”

Dedico el presente trabajo a todas las personas que confiaron en mí y me brindaron el apoyo suficiente para culminarlo.

**Raquel Iza**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi Dios por concederme la vida, la salud, el entendimiento y sabiduría para realizar el presente proyecto y permitirme culminar mi vida estudiantil universitaria.

A mis padres por el esfuerzo que han realizado para que yo culmine una etapa más de mi vida, por los consejos y la gran ayuda que han sido para mí, gracias por el apoyo y ánimos que me brindaron para la realización de mis metas con el fin de superarme y ser cada día mejor.

A Henry y Danielito por la gran paciencia que me han tenido y por la gran alegría que me brindan en cada momento, lo logramos, gracias por el apoyo.

A mis amigos Anita, Janeth, José, Diego, Rommel, Oly, Diana, Henry, Silvia, Katty, Cristhian, Cristina, Jessy, Pablo, John quienes siempre han estado en los buenos y malos momentos y con quienes he aprendido el verdadero valor de la amistad.

A mis directores de tesis los ingenieros Marco Vergara y Edgar Hermosa quienes con su tiempo, ayuda y guía supieron impartir en mí el conocimiento necesario para el desarrollo de este proyecto.

A mis hermanos y sobrinos por brindarme sus consejos de aliento para seguir adelante.

A la empresa Inveligent quien me abrió las puertas y deposito en mí la confianza para realizar varios proyectos.

Gracias a todas las personas que no nombro, pero que han dejado una huella en mi vida.

**Raquel Iza**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	- 1 -
ABSTRACT.....	- 2 -
CAPÍTULO 1.....	- 3 -
FUNDAMENTO METODOLÓGICO .....	- 3 -
1.1 Planteamiento del problema .....	- 3 -
1.2 Justificación.....	- 5 -
1.3 Objetivo general.....	- 6 -
1.4 Objetivos específicos.....	- 6 -
1.5 Hipótesis.....	- 7 -
CAPÍTULO 2.....	- 8 -
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	- 8 -
2.1 Introducción.....	- 8 -
2.2 Calidad del software .....	- 9 -
2.3 Modelos: Calidad del Software.....	- 11 -
2.4 Diferencias entre calidad tradicional y Seis Sigma.....	- 13 -
2.5 Qué es la metodología seis sigma .....	- 14 -
2.6 Gráfica de Seis Sigma.....	- 16 -
2.7 Mitos de Seis Sigma.....	- 17 -
2.8 Objetivos de Seis Sigma en el desarrollo de software.....	- 18 -
2.9 Orígenes de la metodología seis sigma .....	- 18 -
2.10 Compañías pioneras en la implementación de Seis Sigma.....	- 20 -
2.11 Beneficios de utilizar Seis Sigma .....	- 20 -
2.12 Principios de la metodología.....	- 21 -
2.13 Procesos en los cuales se pueden implementar Seis Sigma .....	- 25 -
2.13.1 Procesos técnicos.....	- 25 -
2.13.2 Procesos no técnicos.....	- 26 -
2.14 Importancia de la implementación de Seis Sigma en organizaciones de desarrollo de software .....	- 26 -
2.15 Importancia de la medición en la ingeniería de software.....	- 28 -

2.16	El negocio del software .....	- 31 -
2.17	Seis Sigma en el software.....	- 31 -
2.17.1	Seis Sigma y el ciclo de vida de desarrollo del software.....	- 35 -
2.17.2	Alcance de Seis Sigma en la industria del software .....	- 38 -
2.18	Roles y responsabilidades .....	- 40 -
2.19	Fase DMAIC de Seis Sigma .....	- 43 -
2.19.1	Herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas a través del proceso de mejoramiento Seis Sigma.....	- 47 -
2.20	Fase DMADV o DFSS de Seis Sigma .....	- 47 -
CAPÍTULO 3.....		- 51 -
MARCO DE REFERENCIA.....		- 51 -
3.1	Antecedentes de la empresa Inveligent.....	- 51 -
3.2	Datos generales de la empresa.....	- 51 -
3.3	Misión de Inveligent.....	- 52 -
3.4	Visión de Inveligent.....	- 53 -
3.5	Valores corporativos.....	- 53 -
3.6	Organigrama .....	- 55 -
3.7	Características de la operación de la empresa.....	- 55 -
3.8	Fortalezas.....	- 56 -
3.9	Debilidades.....	- 58 -
3.10	Empresa .....	- 58 -
3.11	Procesos.....	- 59 -
3.12	Metodología de desarrollo.....	- 61 -
3.13	Roles que intervienen en el desarrollo de software.....	- 62 -
CAPÍTULO 4.....		- 63 -
CASO PRÁCTICO .....		- 63 -
4.1	Implementación de Seis Sigma en la empresa Inveligent .....	- 63 -
4.1.1	Fase de definición.....	- 63 -
4.1.1.1	Definir el problema.....	- 64 -
4.1.1.2	Formar el equipo .....	- 65 -
4.1.1.3	Establecer un resumen del proyecto.....	- 66 -

4.1.1.4	Desarrollar el plan de proyecto .....	- 69 -
4.1.1.5	Identificar clientes .....	- 69 -
4.1.1.6	Identificar entradas y salidas de procesos.....	- 70 -
4.1.1.7	Identificar y priorizar requerimientos del cliente .....	- 73 -
4.1.1.8	Documentar el proceso en curso.....	- 79 -
4.1.1.9	Identificación de variables .....	- 85 -
4.1.2	Fase de medición.....	- 88 -
4.1.2.1	Determinar que se va a medir.....	- 89 -
4.1.2.2	Análisis de valor agregado de los procesos.....	- 93 -
4.1.2.3	Calculo de variables.....	- 94 -
4.1.2.4	Conducta de la medición.....	- 101 -
4.1.2.5	Determinar capacidad del proceso.....	- 103 -
4.1.2.6	Cálculo de Seis Sigma.....	- 106 -
4.1.2.7	Índices de capacidad .....	- 108 -
4.1.3	Fase de Análisis.....	- 108 -
4.1.3.1	Determinar que causo la variación .....	- 109 -
4.1.3.2	Definición del problema en términos de indicadores .....	- 118 -
4.1.3.3	Lluvia de ideas para mejorar los procesos .....	- 119 -
4.1.3.4	Explorar las causas potenciales .....	- 121 -
4.1.4	Fase de mejora .....	- 123 -
4.1.4.1	Matriz de priorización.....	- 123 -
4.1.4.2	Plan de mejora .....	- 125 -
4.1.4.3	Obtener aprobación de los cambios propuestos.....	- 128 -
4.1.4.4	Finalizar el plan de implementación .....	- 129 -
4.1.4.5	Implementar los cambios apropiados.....	- 129 -
4.1.5	Fase de Control.....	- 129 -
4.1.5.1	Establecer métricas de calidad.....	- 130 -
4.1.5.2	Desarrollar control estratégico .....	- 131 -
4.1.5.3	Celebrar y comunicar el éxito.....	- 132 -
4.1.5.4	Implementar el plan de control.....	- 133 -
4.1.5.5	Medir y comunicar las mejoras.....	- 134 -

CAPÍTULO 5.....	- 135 -
RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	- 135 -
5.1    Resultados finales .....	- 135 -
5.2    Conclusiones.....	- 137 -
5.3    Recomendaciones .....	- 139 -
BIBLIOGRAFÍA .....	- 142 -
ANEXOS .....	- 143 -
BIOGRAFÍA .....	- 148 -
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	- 149 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Mitos y realidades de Seis Sigma .....	- 17 -
Tabla 2. 2 Métricas de software.....	- 30 -
Tabla 4. 1 Entradas y salidas fase de Venta y contratación .....	- 70 -
Tabla 4. 2 Entradas y salidas fase de Análisis.....	- 71 -
Tabla 4. 3 Entradas y salidas fase de Diseño .....	- 71 -
Tabla 4. 4 Entradas y salidas fase de programación.....	- 72 -
Tabla 4. 5 Entradas y salidas fase de Pruebas .....	- 72 -
Tabla 4. 6 Entradas y salidas fase de Implementación .....	- 72 -
Tabla 4. 7 Porcentajes de empresas con procesos automatizados.....	- 73 -
Tabla 4. 8 Porcentajes de empresas con procesos automatizados.....	- 74 -
Tabla 4. 9 Tiempo invertido durante las fases de desarrollo de software.....	- 89 -
Tabla 4. 10 Número de personas que intervienen durante la fase de desarrollo.....	- 90 -
Tabla 4. 11 Porcentaje de utilización de la metodología Inv.....	- 92 -
Tabla 4. 12 Análisis de valor agregado de los procesos de desarrollo de Sw .....	- 93 -
Tabla 4. 13 Importancia de requerimientos para el cliente .....	- 102 -
Tabla 4. 14 Cálculo de Se Sigma .....	- 106 -
Tabla 4. 15 Causas que afectan el proceso de desarrollo de software .....	- 115 -
Tabla 4. 16 Matriz de priorización de procesos.....	- 124 -
Tabla 4. 17 Aprobación de cambios propuestos .....	- 128 -
Tabla 4. 18 Plan de ejecución.....	- 129 -

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4. 1 Carta de Proyecto Seis Sigma.....	- 66 -
Cuadro 4. 2 Variable N° 1 Retraso en Actividades.....	- 85 -
Cuadro 4. 3 Variable N° 2 Motivación del personal Contratado .....	- 86 -
Cuadro 4. 4 Variable N° 3 Condiciones de salud ocupacional. ....	- 86 -
Cuadro 4. 5 Variable N° 4 Calidad de la comunicación.....	- 86 -
Cuadro 4. 6 Variable N° 5 Reprocesos.....	- 87 -
Cuadro 4. 7 Variable N° 6 Desempeño.....	- 87 -
Cuadro 4. 8 Variable N° 7 Mala Organización de Recursos Humanos.....	- 88 -
Cuadro 4. 9 Número de tipos de proyectos considerados para el cálculo de seis Sigma	- 102 -
Cuadro 4. 10 Métricas con las cuales se va a trabajar.....	- 131 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Problemas actuales.....	- 4 -
Figura 2. 1 Definiciones de Calidad.....	- 10 -
Figura 2. 2 Modelos de Calidad.....	- 12 -
Figura 2. 3 Calidad Tradicional vs Seis Sigma.....	- 13 -
Figura 2. 4 Ecuación Seis Sigma.....	- 15 -
Figura 2. 5 Gráfica de Seis Sigma.....	- 16 -
Figura 2. 6 Principios de Seis Sigma .....	- 21 -
Figura 2. 7 Industria general vs. Industria del software .....	- 28 -
Figura 2. 8 Roles y responsabilidades de Seis Sigma .....	- 40 -
Figura 2. 9 Fases DMAIC de Seis Sigma .....	- 43 -
Figura 2. 10 Herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas a través de Seis Sigma..	- 47 -

Figura 2. 11 Fase DMADV o DFSS de Seis Sigma.....	- 47 -
Figura 3. 2 Datos generales de la empresa.....	- 51 -
Figura 3. 3 Misión de Inveligent.....	- 52 -
Figura 3. 4 Valores Corporativos Inveligent.....	- 54 -
Figura 3. 5 Organigrama funcional Inveligent.....	- 55 -
Figura 3. 6 Características de la operación de la empresa.....	- 56 -
Figura 3. 7 Procesos de la empresa. ....	- 60 -
Figura 3. 8 Metodología Inveligent .....	- 61 -
Figura 3. 9 Roles que intervienen en el desarrollo de Software .....	- 62 -
Figura 4. 1 Actividades de la fase de Definición metodología Seis Sigma.....	- 64 -
Figura 4. 2 Equipo de trabajo Seis Sigma .....	- 65 -
Figura 4. 3 Valores del equipo de trabajo.....	- 66 -
Figura 4. 4 Frecuencia de reuniones.....	- 66 -
Figura 4. 5Cronograma de trabajo .....	- 69 -
Figura 4. 6Identificación de Clientes .....	- 70 -
Figura 4. 7 Porcentajes de procesos automatizados.....	- 74 -
Figura 4. 8Porcentajes de procesos automatizados mejorados.....	- 75 -
Figura 4. 9 Identificación y priorización de requerimientos del cliente.....	- 76 -
Figura 4. 10 Definición de requisitos Seis Sigma.....	- 78 -
Figura 4. 11Diagrama de procesos fase de Análisis .....	- 80 -
Figura 4. 12Diagrama de procesos fase de Diseño.....	- 81 -
Figura 4. 13 Diagrama de proceso fase de Programación.....	- 82 -
Figura 4. 14 Diagrama de proceso fase de Pruebas .....	- 83 -
Figura 4. 15Diagrama de procesos fase de Implementación.....	- 84 -

Figura 4. 16 Miembros del área de desarrollo.....	- 85 -
Figura 4. 17 Herramientas que se utiliza en el área de desarrollo.....	- 85 -
Figura 4. 18 Actividades de la fase de medición.....	- 88 -
Figura 4. 19 Tiempo invertido durante las fases de desarrollo de software.....	- 90 -
Figura 4. 20 Número de personas que intervienen durante la fase de desarrollo.....	- 91 -
Figura 4. 21 Porcentaje de utilización de la metodología Inv.....	- 92 -
Figura 4. 22 Tiempo adicional invertido durante el desarrollo de Sw.....	- 95 -
Figura 4. 23 Motivación del personal contratado.....	- 96 -
Figura 4. 24 Salud ocupacional.....	- 97 -
Figura 4. 25 Nivel de comunicación en cada fase.....	- 98 -
Figura 4. 26 Número de Reprocesos que se realizan de acuerdo al tipo de proyecto.....	- 99 -
Figura 4. 27 Desempeño laboral.....	- 100 -
Figura 4. 28 Organización en los recursos humanos del área de desarrollo.....	- 101 -
Figura 4. 29 Criticidad de procesos.....	- 104 -
Figura 4. 30 Determinar la capacidad de los procesos.....	- 105 -
Figura 4. 31 Cálculo de Se Sigma.....	- 107 -
Figura 4. 32 Gráfica del cálculo de Seis Sigma.....	- 107 -
Figura 4. 33 Cálculo de los índices de capacidad.....	- 108 -
Figura 4. 34 Actividades de la fase de análisis.....	- 108 -
Figura 4. 35 Diagrama causa – efecto de la fase de análisis.....	- 110 -
Figura 4. 36 Diagrama causa – efecto de la fase de diseño.....	- 111 -
Figura 4. 37 Diagrama causa – efecto de la fase de programación.....	- 112 -
Figura 4. 38 Diagrama causa – efecto de la fase de pruebas.....	- 113 -
Figura 4. 39 Diagrama causa – efecto de la fase de implementación.....	- 114 -
Figura 4. 40 Causas que afectan el proceso de desarrollo de software.....	- 117 -

Figura 4. 41 Definición del problema en términos de indicadores.....	- 119 -
Figura 4. 42 Lluvia de ideas para mejorar los procesos.....	- 120 -
Figura 4. 43 Actividades de la fase de mejora .....	- 123 -
Figura 4. 44 Área de mejora para el retraso en las actividades .....	- 126 -
Figura 4. 45 Área de mejora para los reprocesos.....	- 127 -
Figura 4. 46 Área de mejora para mejorar la comunicación .....	- 127 -
Figura 4. 47 Área de mejora para la mejorar la organización de recursos humanos .....	- 128 -
Figura 4. 48 Actividades de la fase de control.....	- 130 -
Figura 4. 49 Plan de métricas .....	- 132 -
Figura 4. 50 Esquema de trabajo para proyectos futuros .....	- 133 -

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. 1 Datos para los cálculos de las variables .....	- 144 -
Anexo B. 1 Información de una de las reuniones del equipo de trabajo Seis Sigma. ....	- 146 -
Anexo C. 1 Equipo de trabajo Inveligent.....	- 147 -

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

BLACK BELT	Cinturón negro
CHAMPION	Campeón o Sponsor
COPQ	Costos por Pobre Calidad (Cost of Poor Quality)
CTQ	Características críticas para la Calidad del Producto (Critical to Quality)
CTC	Control Total de Calidad
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
GREEN BELT	Cinturón Verde
MASTER BLACK BELT	Maestro Cinturón Negro
SQC	Control de la Calidad de Software (Software Quality Control)
SQM	Gestión de la Calidad de Software (Software Quality Management)
SIPOC	Proveedor, entrada, proceso, salida y cliente
TQM	Administración de la Calidad Total (Total Quality Management)
VOC	Voz del cliente (Voice of the Customer)
VOB	Voz del Negocio
VCC	Variable crítica de calidad
YELLOW BELT	Cinturón Amarillo

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

DFSS	Diseño para Seis Sigma. Es una metodología que conduce al buen desempeño para el desarrollo de nuevos productos.
DISPERSIÓN	Se refiere a la dispersión de la distribución, es decir. Si los datos aparecen sobre todo alrededor de la media o si están distribuidos por todo el rango.
DMADV	Modelo de mejora sistemático para el desarrollo de productos. Corresponde a cinco fases de Definición de requerimientos, medición de desempeño, análisis de relaciones, diseño de la solución, verificación de la funcionalidad.
DMAIC	Es un modelo sistemático para analizar y mejorar problemas existentes. Consiste en cinco fases de definición de oportunidades de mejora, medición del desempeño, análisis de causas, mejorar el desempeño y control de resultados.
NIVEL SIGMA	Utiliza la letra griega Sigma que representa la desviación típica; es decir la variación existente de un conjunto de datos, que pueden ser los resultantes de un indicador de proceso de la empresa.
SEIS SIGMA	Metodología y estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque del cliente, en un manejo eficiente de los datos, modelos y diseños para eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón.
SIPOC	Mapa de proceso que ayuda a identificar proveedores, entradas, pasos del proceso, salidas y clientes.

SQM	Conjunto de actividades de la función general de la dirección que determina la calidad, los objetivos y las responsabilidades.
SQA Assurance)	<p>Aseguramiento de la Calidad Software (Software Quality Assurance)</p> <p>Conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto (software) satisfará los requisitos dados de calidad.</p>
SQC	Conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requisitos relativos a la calidad, centradas en mantener bajo control el proceso de desarrollo y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida.
SVV	<p>Verificación y Validación de Software (Software Verification and Validation)</p> <p>Conjunto de técnicas y actividades ligadas al control de calidad del software se trata de comprobar si los productos construidos en una fase de ciclo de vida satisfacen los requisitos establecidos en una fase anterior y/o si el software construido satisface los requisitos del usuario, es decir si el producto de software funciona como el usuario quiere y realiza las funciones que se habían solicitado.</p>
EMPRESA	Conjunto de elementos, compuesto principalmente por personas, que actúan e interactúan entre sí bajo una estructura pensada y diseñada para que los recursos humanos, financieros, físicos, de información y otros, de forma coordinada, ordenada y regulada por un conjunto de normas, logren determinados fines, los cuales pueden ser de lucro o no.

## **RESUMEN**

En el presente proyecto se implementó la metodología Seis Sigma como una metodología para mejorar la calidad durante el proceso de desarrollo de software, procurando así incrementar la satisfacción del cliente mediante la reducción y eliminación de defectos a partir de una mejor prestación de servicios, la cual se logra con la minimización de la variabilidad de los procesos; con este objetivo se han utilizado técnicas y herramientas que tienden a mejorar los procesos actuales dentro de la empresa.

Durante la realización de este proyecto se ha utilizado como documento base la “Guía de Aplicación de la Técnica de Calidad Seis Sigma al Proceso de Desarrollo de Software”, desarrollada por los estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército de la Carrera de Ingeniería en Sistemas, tomando en cuenta al modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) de Seis Sigma.

La implementación de Seis Sigma tiene como objetivo mejorar la calidad de los productos Software a través de la aplicación de las mejores prácticas en los procesos; con ello se conseguirá mantener mejora continua durante el ciclo de desarrollo del software, y con el transcurso del tiempo se podrá disponer de información importante la cual puede servir para prevenir eventuales falencias en proyectos posteriores, y así tomar medidas preventivas y/o correctivas que fortalezcan dichos procesos.

## **ABSTRACT**

In this project the “Six Sigma“methodology was implemented, in order to improve the quality during the software development process, and to increment the customer satisfaction through the reduction and elimination of defects. This is achieved thanks to a better service delivery which minimizes process variability, and demanded using techniques and tools that helped improve existing processes within the company.

The document upon which this work was based is the [1]“Guide to the application of Six Sigma Quality technique to the Software Development Process”, developed by students of the Engineering Career of the Polytechnic Army School, focusing especially on the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) model of Six Sigma.

The implementation of Six Sigma aims to improve the quality of software products through the application of the best practices in processes: Continuous improvement is therefore expected to be obtained during the software development cycle and the passage of time should make important information become available, which in turn will be useful to dispense risk mitigation in future projects, since this will allow preventive measures and corrective actions to strengthen the processes.

# **CAPÍTULO 1**

## **FUNDAMENTO METODOLÓGICO**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Las fallas más comunes que pueden encontrarse dentro del desarrollo de proyectos de software, son la falta de organización del área de trabajo, mala comunicación e información, cronogramas apretados, documentación no específica, falta de comprensión de los procesos, omisión de detalles importantes por parte del cliente, falta de pruebas para verificar calidad del software, falta de estándares de calidad

Dentro de esto también se encuentra involucrado el tiempo que se invierte para brindar soporte técnico a los clientes.

Es por esto que es necesario implementar una metodología que permita mejorar la calidad en cada fase del ciclo de vida del software, que permita llevar a cabo un cambio en la empresa, involucrando a todo su personal en una nueva cultura en la que se puedan lograr mejoras en los aspectos de: orden, organización, buena comunicación, estandarización, mejor estimación de tiempos, y crear así una disciplina que permita elevar considerablemente el rendimiento de la empresa, además de aportar no sólo al cliente final, sino a los mismos clientes que se tienen dentro de la empresa, un producto de alta calidad mejorado desde su planeación hasta su entrega.

A continuación se describen varios de los problemas que se presentan actualmente el área de desarrollo.

PROBLEMAS ACTUALES DEL ÁREA DE DESARROLLO	Falta de estándares de calidad
	Falta de control de cambios y cumplimiento de tareas
	Falta de organización del área de trabajo
	Mala comunicación e información entre áreas
	Cronogramas estrechos
	Documentación no específica
	Desconocimiento del ambiente de trabajo en el que se pondrá en producción el sistema
	Desconocimiento de la propuesta técnica y ofrecimientos de ventas
	Falta de control de cambios y cumplimiento de tareas.
	Desconocimiento del ambiente de trabajo en el que pondrá en producción la aplicación.
	Falta de gestión de cambios por parte del clientes.
	Falta de apoderamiento del proyecto (Cliente e Interno)
	Falta de planificación de capacitaciones y acompañamientos.
	Falta o poca documentación para delimitar los requerimientos del cliente
	Definición de roles y funciones (Cliente e interno).
	Falta de gestión post-venta
	Tiempo invertido para soporte técnico al cliente
	Falta de comprensión de los procesos
Omisión de detalles importantes por el cliente	
Falta de pruebas para verificar la calidad del producto	

**Figura 1. 1 Problemas actuales**

## **1.2 Justificación**

Se ha identificado a la calidad como un aspecto fundamental para este estudio, esto debido a la importancia que ha tomado para incrementar la competitividad de las organizaciones; la calidad está relacionada de manera directa con la productividad de la empresa ya que es una manera de medir el valor producido por la misma y relacionarlo con los costos de la compañía, entonces se tiene que la calidad puede ser factor determinante para incrementar la eficiencia de la empresa.

Se mejora la eficiencia al mejorar la utilización de los recursos y al satisfacer a los clientes en términos de calidad y confiabilidad. Es por eso que la calidad debe ser utilizada por las organizaciones como el camino para lograr su permanencia en el mercado al asegurar la completa satisfacción de sus clientes.

En la actualidad la empresa Inveligent, reconoce la necesidad de implementar una metodología que permita mejorar la calidad del desarrollo de software, de ahí la justificación de concebir la función e importancia de tener un instrumento de trabajo que permita llenar las expectativas de los clientes, de manera que se encuentren satisfechos con los servicios que brinda la empresa, siendo los clientes un factor de vital importancia y generadores de grandes beneficios.

La implementación de esta metodología se la realizará además para aplicar las bases teórico-práctico adquiridos en el transcurso de la vida universitaria, los mismos que ayudarán a fomentar la creatividad, iniciativa, una actitud mental positiva e innovadora y sobre todo buscando especializarse en el campo del control de la calidad.

La implementación de esta metodología ayudará a reducir los defectos, errores y fallas durante todo el ciclo de vida del software, mediante el uso de los datos generados por los procesos y el análisis estadístico y la utilización de varias herramientas de calidad incorporadas a una metodología de calidad total, así como en una continua y cuidadosa atención por parte de la alta dirección para administrar, mejorar y rediseñar los procesos de la empresa en el área de desarrollo.

### **1.3 Objetivo general**

Implementar la metodología Seis Sigma en la empresa Inveligent para lograr un diseño y desarrollo de software de alta calidad brindando así un mejor servicio al cliente.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Investigar la metodología Seis Sigma a través del internet y de la bibliografía para implementarla como un modelo de aseguramiento de calidad.
- Definir valores cuantitativos de referencia de calidad para los diferentes subprocesos que intervienen en el desarrollo del software aplicando herramientas estadísticas para obtener resultados, analizarlos y mejorarlos.
- Definir las causas por las cuales se generan errores durante el ciclo de vida del software aplicando herramientas de calidad para obtener resultados de la situación actual y mejorarlos con la metodología seis sigma.
- Especificar los indicadores dependientes en cada fase del ciclo de vida del software realizando investigaciones de campo dentro del área de desarrollo

para mejorar la calidad del software y disminuir los procesos erróneos durante cada fase.

### **1.5 Hipótesis**

La implementación de la metodología Seis Sigma para la ejecución de proyectos de software, permitirá conocer de manera cuantitativa el nivel de calidad del mismo, identificar las variaciones y sus causas, y diseñar los planes correctivos, que garanticen la calidad parcial y final de un proyecto de software.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1 Introducción**

La ingeniería del software, es una disciplina que se ha caracterizado por el deseo de alcanzar niveles óptimos en el proceso de desarrollo y obtener como resultado un producto de software de alta calidad; se han aplicado técnicas y herramientas de los proyectos de la industria general, pero los resultados no han alcanzado el nivel de calidad esperado.

El desarrollo de software no es tarea fácil, ya que sus procesos no son predecibles, y no se produce en masa; éstas son dos de las razones fundamentales para encontrar una dificultad en la implementación de Seis Sigma el desarrollo de software. Sin embargo, en este capítulo se tiene como objetivo demostrar que la metodología Seis Sigma puede ser aplicada con éxito en una empresa dedicada al desarrollo de software.

Para cumplir este objetivo se debe identificar y determinar claramente el proceso de desarrollo de software, para luego identificar cuales metodologías y herramientas de Seis Sigma pueden ser utilizadas en este tipo de procesos.

Además se pretende determinar las métricas a utilizar, elementos importantes en el proceso de desarrollo de software, y posteriormente factores críticos de éxito para una implementación exitosa de Seis Sigma en la Industria del Software.

Seis Sigma puede considerarse como un parámetro utilizado en modelos estadísticos de la calidad en productos de la industria en general.

En el Ecuador existen 223 organizaciones desarrolladoras de software las cuales han comenzado varias iniciativas; entre ellas la certificación ISO 9001:2000, pero al ser ésta una certificación no específica para los procesos de software, no ha tenido un verdadero impacto en la mejora de los niveles de calidad. Otra iniciativa fue la certificación CMMI. En junio de 2005 AESOFT - Asociación de Desarrolladores de Software del Ecuador, con el apoyo de organismos internacionales inició la implementación de CMMI para sus miembros; al cabo de tres años con un esfuerzo significativo siete organizaciones se encuentran en el nivel 2 de CMMI, pero ninguna tiene la certificación oficial; estos resultados nos llevan a reflexionar sobre la dificultad del proceso en sí y la aplicabilidad en nuestro medio.

El trabajo a desarrollar propone que las organizaciones de desarrollo de software implementen Seis Sigma para mejorar la calidad de sus procesos y entregar productos y servicios acorde a las expectativas de sus clientes.

Durante la implementación Seis Sigma en la empresa Inveligent se hará referencia a la tesis titulada “Guía de Aplicación de la Técnica de Calidad Seis Sigma en el Proceso de Desarrollo de Software”, cuyos autores son dos estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática, Vannesa Mosquera y Daniel Monge.

## **2.2 Calidad del software**

En el desarrollo del software se pueden evidenciar necesidades de satisfacción del cliente de productos o servicios de software, de reducción de recursos invertidos en proyectos de software y de la efectiva asignación de recursos humanos. La calidad del software es el proceso mediante el cual se verifica que el

software o aplicación cumpla con los requerimientos o necesidades del cliente, integrando la velocidad de respuesta de la aplicación, el sistema de seguridad y la confiabilidad del mismo.

Un producto software de alta calidad requiere menos mantenimiento y facilita tanto el desarrollo como el mantenimiento de la productividad. Por medio de la aplicación de métricas de calidad se pueden lograr estos objetivos.

En varias fuentes bibliográficas se encontraron las siguientes definiciones sobre lo que es calidad de software:

**IEEE, Std 610, 1990**

*"Grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario"*

**Pressman 1998**

*"Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario"*

**ISO 8402 (UNE 66-001-92)**

*"El conjunto de características de una entidad que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas y las implícitas"*

**Figura 2. 1 Definiciones de Calidad**

La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro, puede medirse después de terminado el producto. Pero esto puede

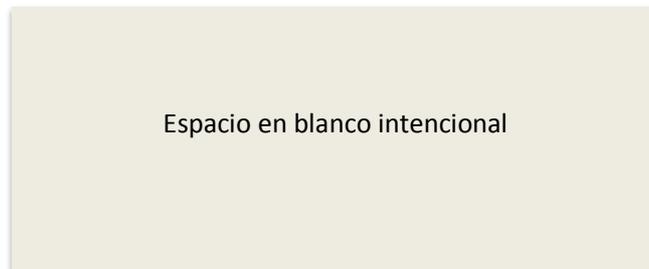
resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es necesario tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software.

La calidad del software debe ser construida desde el comienzo, no es algo que puede ser añadido después; para que el producto final sea de calidad, el proceso por medio del cual éste es elaborado debe ser también de calidad.

El éxito en el desarrollo del software, radica en entregar un producto con garantía de calidad.<sup>1</sup>

### **2.3 Modelos: Calidad del Software**

La siguiente figura hace referencia a los modelos de calidad de software<sup>2</sup> que se pueden aplicar para mejorar la calidad de los productos o servicios:



---

<sup>1</sup> Estudio de la aplicación de técnicas de calidad en el proceso de desarrollo de software – Daniel Monge, Vanessa Mosquera. 2009

<sup>2</sup> <http://www.rodolfoquispe.org/blog/que-es-la-calidad-de-software.php>

<b>CMM (Capability Maturity Model)</b>	El CMM tiene como objetivo evaluar los procesos en sus distintos niveles de madurez, identificar los niveles a través de los cuales una organización debe formarse para establecer una cultura de excelencia en la ingeniería de software. El modelo de madurez de procesos fue generado a través de la experiencia colectiva de los proyectos más exitosos de software, generando así un conjunto de prácticas importantes que deben ser implantadas por cualquier entidad que desarrolla o mantiene software.
<b>ISO (International Standard Organization)</b>	La norma ISO/IEC 9003 proporciona una guía necesaria en las organizaciones para la aplicación de la ISO 9001 a la adquisición de suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de software y sus servicios relacionados. Identifica todos los aspectos que deberían ser tratados y es independiente de la tecnología, modelos de ciclos de vida, procesos de desarrollo y estructuras organizacionales. La norma ISO 9001, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad de proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y aspira a aumentar su satisfacción a través de la aplicación eficaz del sistema, incluyendo los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos y de acuerdo a las reglamentaciones existentes.
<b>PSP (Personal Software Process) /TSP (Team Software Process)</b>	El PSP es una tecnología que tiene como justificación la premisa de que la calidad de software depende del trabajo de cada uno de los ingenieros de software y de aquí que el proceso diseñado debe ayudar a controlar, manejar y mejorar el trabajo de los ingenieros. El objetivo de PSP es lograr una mejor planeación del trabajo, conocer con precisión el desempeño, medir la calidad de productos y mejorar las técnicas para su desarrollo. La instrumentación de esta tecnología consiste en lo que se denomina "evolución del PSP". El TSP se concentra en los aspectos del desarrollo de software realizados por equipos de trabajo, definiendo aspectos como la asignación y control de tareas para los diversos miembros del equipo.
<b>SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination)</b>	El SPICE es un modelo de madurez de procesos internacional. SPICE fomenta productos de calidad, promueve la optimización de procesos y facilita la evaluación del producto a través de los procesos de desarrollo. SPICE tiene diversos alcances, se aplica tanto a nivel directivo como a nivel de usuarios para asegurar que el proceso se encuentra alineado con las necesidades del negocio, apoya en que los proveedores de software tengan que someterse a una sola evaluación para aspirar a nuevos negocios y busca que las organizaciones de software dispongan de una herramienta universalmente reconocida para dar soporte a su programa de mejoramiento continuo.
<b>PEMM (Performance Engineering Maturity Model)</b>	El PEMM presenta un modelo para evaluar los niveles de integración, aplicación, ejecución y diseño, llamado ingeniería de la ejecución del modelo de madurez. Al igual que SPICE se apoya en el modelo de madurez de capacidades CMM. El objetivo de PEMM es poder evaluar la Ejecución de la Ingeniería así como la integración del proceso. El modelo sirve tanto para evaluar una organización como los propios desarrollos de procesos tecnológicos específicos. Sirve también para definir el criterio al escoger un proveedor de software para los productos críticos o semi-críticos de la compañía.
<b>TickIt</b>	Desarrollado por el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido, surge por la poca adopción de las normas internacionales de calidad ISO 9000 para el área de desarrollo de software. TickIt es primordialmente una guía que presenta las estrategias para lograr la certificación en la producción de software a través de la interpretación de los estándares ISO. Los objetivos principales de TickIt son, además de desarrollar un sistema de certificación aceptable en el mercado, estimular a los desarrolladores de software a implementar sistemas de calidad, dando la dirección y guías necesarias para tal efecto.
<b>Seis sigma</b>	Seis Sigma es una metodología que ayuda a prevenir errores en el proceso, inició en el año 1986 en la organización Motorola, cuando Mikel Harry focalizó la atención en el análisis estadístico de la variación de los procesos. Esta metodología basa el estudio de la variabilidad de cualquier actividad en la curva de distribución normal; tiene por objetivo "reducir los errores y las pérdidas de todo tipo para aumentar la satisfacción del cliente e incrementar los beneficios de la organización". Para el proceso de desarrollo de software, será más conveniente comenzar con el modelo DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar) ó DFSS (por las siglas en inglés de "Diseño Para Seis Sigma")

**Figura 2. 2 Modelos de Calidad**

## 2.4 Diferencias entre calidad tradicional y Seis Sigma

En la siguiente figura se presenta un comparativo entre la forma tradicional<sup>3</sup> de enfocar la calidad en las organizaciones y la forma de enfocarla a través de la metodología seis sigma.



Figura 2. 3 Calidad Tradicional vs Seis Sigma

<sup>3</sup> <http://www.paginasprodigy.com/danielgzz82/articulo/origen.pdf>

<sup>4</sup> Fuente: tomado de la página <http://www.paginasprodigy.com/danielgzz82/articulo/origen.pdf>

## 2.5 Qué es la metodología seis sigma

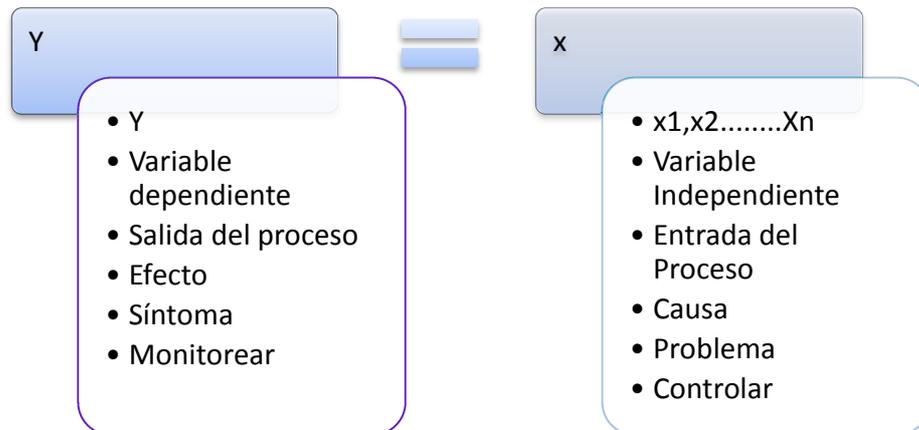
Seis Sigma es una metodología de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de los procesos mediante decisiones acertadas, logrando así que la empresa comprenda las necesidades de sus clientes, y de esta manera logre aumentar la satisfacción del cliente tanto externo como interno mediante el mejoramiento de la calidad por medio de la reducción de defectos, su meta de desempeño son los procesos y productos libres de defectos (3.4 o menos defectos por millón).

Seis Sigma busca identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos del negocio, enfocándose en los aspectos que son críticos para el cliente externo e interno; se basa en métodos y sistemas estadísticos que emplean herramientas de calidad y análisis matemáticos, ya sea para diseñar productos o procesos o para mejorar lo ya existente.

Esta metodología requiere que se optimicen las salidas de los procesos mediante un enfoque en las entradas y procesos involucrados.

En términos matemáticos se lo puede describir la siguiente ecuación:

$$Y = f(x)$$



**Figura 2. 4 Ecuación Seis Sigma**

, donde (x) son las entradas del proceso y (Y) son las salidas que se obtienen.

Seis Sigma se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa, orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso.

Tiene tres áreas prioritarias de acción:

- Satisfacción del cliente
- Reducción del tiempo de ciclo de desarrollo y
- Disminución de los defectos.

Seis Sigma no tiene complejidades en sus cálculos de análisis estadísticos o la utilización de alta tecnología; por el contrario, utiliza métodos simples que han sido aplicados desde hace varios años.

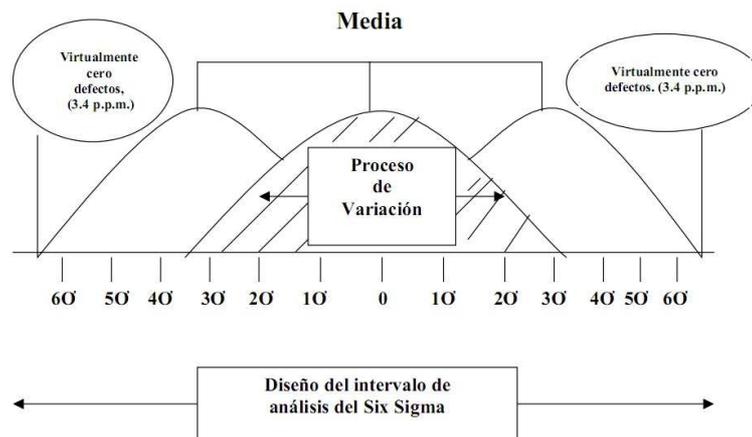
La implementación de seis sigma en las organizaciones, independientemente de la industria a la que pertenezca, asocia estándares y metodologías que se pueden seguir como una agrupación disciplinada de administración.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Estudio de la aplicación de técnicas de calidad en el proceso de desarrollo de software – Daniel Monge, Vanessa Mosquera. 2009

## 2.6 Gráfica de Seis Sigma

“La gráfica de Seis Sigma es utilizada para demostrar los niveles de defectos registrados durante el proceso de variación, muestra los procesos de variación situado en el lugar de la media, siendo el lugar donde el proceso estará cambiando en pequeña escala. La media es el indicador que permite conocer el punto central del proceso de variación, que indica que en cero variaciones no se presenta alguna alteración del proceso. El área bajo la curva comprende el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad (proceso de variación) donde están distribuidos los datos”.<sup>6</sup>



**Figura 2. 5 Gráfica de Seis Sigma<sup>7</sup>**

Seis Sigma indica a través de sus diferentes niveles el tipo de mejora que poseen los procesos, mostrando los porcentajes de error que tiene cada uno. La actividad de evaluación de los procesos se lleva a cabo a partir de criterios que han

<sup>6</sup> Tomado de la página web: <http://conceptosdeingenieria.blogspot.com/2011/02/seis-sigma.html>  
Tema: Conceptos de ingeniería

<sup>7</sup> Fuente: Tomado de la página web: <http://conceptosdeingenieria.blogspot.com/2011/02/seis-sigma.html>  
Tema: Conceptos de ingeniería

sido representados en cada uno de los seis niveles que posee la metodología; de esta forma se logra obtener una distribución de datos.

La media de los datos está determinada por el área calculada bajo la curva y las desviaciones por los niveles de confiabilidad; es decir, por la variación de los procesos. En el lado derecho e izquierdo de la media se ubican los seis niveles Sigma que muestran el rango de la distribución de los datos, los cuales deben ser analizados a ambos lados de la gráfica. Este análisis produce los resultados del proceso, que son la base fundamental para la toma de decisiones en cada empresa.

## 2.7 Mitos de Seis Sigma

Entre los principales mitos de las organizaciones<sup>8</sup> desarrolladoras de software se tienen los siguientes:

**Tabla 2. 1 Mitos y realidades de Seis Sigma**

Mitos	Realidades
Sirve sólo para manufactura.	Las aplicaciones iniciales exitosas fueron en manufactura, sin embargo desde 1997 se ha empezado a introducir en servicios. Jack Welch, CEO de GE, declaraba “puedo decir con orgullo que pusimos foco en todo proceso que afectara nuestros clientes, tanto en producción como en servicios, tratando de lograr la calidad casi perfecta”.
Ignora al cliente, ya que sólo busca beneficio tangible.	Los proyectos para Seis Sigma, se basan en el criterio de que el cliente siempre tiene la razón.
Crea una empresa paralela.	La idea de Seis Sigma es sustentar las funciones y actividades que se están ejecutando con aporte de valor para el cliente y atacar los mismos problemas diarios con herramientas y métodos Seis Sigma. La implementación no debería reportar a la larga los aumentos significativos de los niveles de trabajo de los clientes internos.
Requiere grandes equipos de trabajo.	Los equipos de trabajo deben ser pequeños pero efectivos, los más capaces y los más comprometidos con el éxito de la empresa en la implementación de Seis Sigma.
Es otro programa de calidad como tantos otros.	Seis Sigma es una forma nueva de manejar una empresa en pos de la calidad” (Pyzdek 1999).

<sup>8</sup> Estudio de la aplicación de técnicas de calidad en el proceso de desarrollo de software – Daniel Monge, Vanessa Mosquera. 2009

Es complicado y requiere mucha estadística.	Seis Sigma maneja algunas herramientas estadísticas, pero eso no quiere decir que tengan que conocer toda la base matemática detrás de las técnicas estadísticas para usarlas. Hoy en día esta brecha puede cerrarse con un sencillo y direccionado entrenamiento con la utilización de varios programas.
---	---

## 2.8 Objetivos de Seis Sigma en el desarrollo de software

- Lograr diseño de software y desarrollo de software de alta calidad, mediante la aplicación de procesos y herramientas de calidad.
- Lograr mejoras, remover defectos y retrasos en los procesos del ciclo de desarrollo.
- Mejora de la capacidad y rendimiento de los procesos de software.
- Reducción de defectos durante el ciclo de desarrollo.
- Mejora en el flujo de procesos de software para hacerlos mas predecibles.
- Crecimiento de productividad y valor agregado.

## 2.9 Orígenes de la metodología seis sigma

La historia de Seis Sigma se inicia en Motorola<sup>9</sup> cuando el ingeniero Mikel Harry, quien comienza a influenciar en la empresa para que se estudie y reduzca la variación en los procesos como una manera de mejorar los mismos, todo esto dentro de los conceptos de Deming, y tratando de lograr lo que planteaba Crosby del cero defectos. Esta iniciativa de Harry se convirtió en el punto principal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, logrando llamar la atención del entonces presidente de Motorola: Bob Galvin.

---

<sup>9</sup> <http://www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/perspectivass.pdf>

Con el apoyo de Galvin se dio énfasis no solo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener el 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección (del cero defectos).

Esta iniciativa de Motorola llegó a conocimiento de Lawrence Bossidy, quién en 1991 y luego de una exitosa carrera en General Electric, toma las riendas de Allied Signal para transformarla de una empresa con problemas en una empresa exitosa (Clase mundial). Durante la implantación de Seis Sigma en los años 90 (con el liderazgo de Bossidy), Allied Signal aumentó sus ventas y sus ganancias de manera significativa. Texas Instruments, siguió el mismo ejemplo, logrando resultados similares. Durante el verano de 1995 el presidente de General Electric, Jack Welch, se entera del éxito de esta nueva estrategia por parte del mismo Lawrence Bossidy, dando lugar a la mayor transformación iniciada en esta enorme empresa.

El respaldo y el liderazgo de Jack Welch transformaron a la General Electric en una “empresa Seis Sigma”, con resultados impactantes en todas sus divisiones. El ejemplo más significativo es: GE Medical Systems introdujo en 1998 al mercado un nuevo scanner para diagnóstico médico (con un valor de 1,25 millones de dólares) desarrollado totalmente bajo los principios de Seis Sigma y con un tiempo de scan de sólo 17 segundos (lo normal eran 180 segundos).

En otras áreas del negocio por ejemplo, GE Plastics, mejoró altamente uno de los procesos para incrementar la producción en casi 500 mil toneladas, logrando un

beneficio mayor y obtuvo también el contrato para la fabricación de las cubiertas de la nueva computadora Apple.

## **2.10 Compañías pioneras en la implementación de Seis Sigma**

Motorola fue una de las primeras compañías que implementó<sup>10</sup> la metodología Seis Sigma y compartió su experiencia con otras organizaciones, que incluso hacían parte de su competencia, como General Electric, Honeywell, que anteriormente recibía el nombre de AlliedSignal. Otras organizaciones que utilizan programas Seis Sigma, son la NASA, Nokia, American Express, Boeing, Caterpillar, Daimler-Chrysler, Ford y Honda. Todas estas organizaciones se han visto beneficiadas por Seis Sigma ya que ha generado gran impacto, ya sea con el aumento de sus utilidades o generándoles mayor valor en el mercado.

## **2.11 Beneficios de utilizar Seis Sigma**

Algunos de los beneficios de la aplicación de la metodología seis sigma se detallan a continuación:

- Reducción de costos
- Mejora de la productividad
- Satisfacción de los clientes por lo tanto aumento en la cartera de clientes
- Reducción del tiempo de ciclo de desarrollo.
- Reducción de defectos
- Mejorar la visión de la administración de las actividades, calidad y costo.

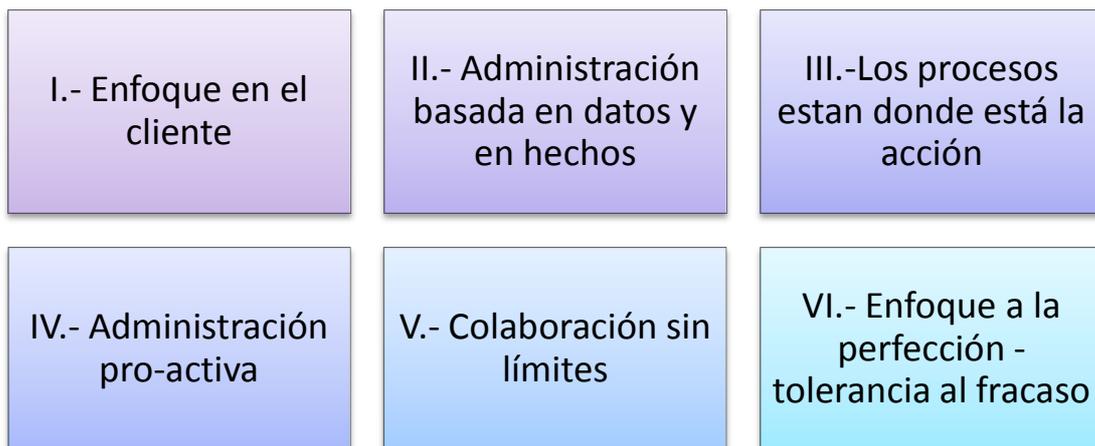
---

<sup>10</sup> <http://negociosgalika.blogspot.com/2011/04/motorola-fue-el-primero-es-cierto-sin.html>

- Mejorar el entendimiento y la apreciación de la capacidad de servicio, así como los requerimientos actuales y propuestos, entre muchos otros.<sup>11</sup>
- Provisión más acertada de las expectativas del cliente
- Mejoras en la calidad del servicio con apoyos consistentes a funciones del negocio.
- Toma de decisiones efectivas.

## 2.12 Principios de la metodología

Esta herramienta de gestión se basa en seis principios fundamentales que deben ser cuidadosamente observados:



**Figura 2. 6 Principios de Seis Sigma**

### **Enfoque en el cliente**

- La voz del cliente (VOC) es el fundamento de la metodología. Si tiene que poner especial atención en lo que el cliente solicita preguntándose de primera mano.

---

<sup>11</sup> George, Michael L, "Lean six sigma; combing six sigma quality with Lean Speed", McGraw-Hill, Pag 4-11

Cuando se implementa Seis Sigma, el eje principal se centra en los procesos de mejora que involucran el conocimiento de las necesidades del cliente, evaluando los beneficios que se obtienen a partir de ellas.

### **Administración basada en datos y en hechos**

- Durante la aplicación de la metodología se identifican las métricas claves, después se realizan mediciones claras y se utilizan datos que son analizados para probar que las soluciones funcionan y mantienen ganancias.

Seis Sigma establece factores importantes para identificar la utilidad de los negocios; se basa en el análisis de datos, para conocer la forma más práctica de optimizar los resultados. Las decisiones se deben tomar teniendo en cuenta algunos aspectos fundamentales, como el tipo de datos e información que realmente se necesita para desarrollar el software, además de la forma como se debe usar para alcanzar su máximo provecho; la metodología Seis Sigma es un apoyo fundamental para la toma de decisiones.

### **Los procesos están donde está la acción**

- Seis Sigma se enfoca en el proceso, administración y mejora; El mejorar los procesos asegura ventajas competitivas, entregando un valor real a los clientes.

Es importante realizar un seguimiento de los procesos; tomando como base estrategias de planificación, control y verificación las cuales facilitan la obtención de resultado.

El control sobre los procesos es lo que realmente genera el éxito de Seis Sigma, ya que le permite crear ventajas competitivas y de esta forma brindar mejores niveles de satisfacción al cliente.

### **Administración pro-activa**

- Es necesario que la dirección sea dinámica, receptiva, pro-activa, establezca y de seguimiento a las metas fijadas de manera ambiciosa, a las prioridades claramente implantadas y se enfoque en la prevención de problemas (prevención de incendios)

En Seis Sigma la palabra proactivo hace referencia a la anticipación de eventos, partiendo de herramientas y prácticas para una administración más dinámica.

Algunos de los principales objetivos de la proactividad son:

- Desarrollar capacidades para la creación de ideas y conocimientos nuevos, que faciliten el aumento de la competitividad, a partir de la anticipación de lo que sucederá en el futuro.
- Explorar lo desconocido con el fin de buscar nuevas oportunidades en un proceso de mejora continua, reformulando ideas y corrigiendo los errores que se detectan.

- Generar sentido crítico. El correcto desempeño de un equipo y la confianza es un aspecto fundamental, la jerarquía debe ser utilizada solo para indicar la forma en la que debe funcionar el equipo.
- Ser Imprescindible para las tecnologías de información (TI). La proactividad ha demostrado ser útil en cualquier actividad, ya que permite crear planes a medio plazo con mayor probabilidad de acierto. Por esta razón es de gran importancia en los sectores que están en rápida evolución como el de las Tecnologías de Información.
- Una empresa del sector de las TI sólo prosperará si se intenta captar cuáles son los mercados emergentes que en el futuro inmediato van a ser inmensas fuente de ingresos, cuáles son los diferentes nichos de negocio que se tienen actualmente y cuáles son los que conviene comenzar a explotar.

### **Colaboración sin límites**

- Debe ponerse atención en derribar las barreras que limitan el trabajo en equipo entre los miembros de la empresa; Siempre enfocados en las necesidades del cliente; los procesos trascienden más allá de las barreras inter departamentales.

Seis Sigma puede formar un ambiente que facilite el trabajo en equipo de manera incondicional y efectiva; es decir, es importante derribar las barreras que dificultan el trabajo en equipo dentro de una empresa, buscando de esta manera una mejor comunicación y un mejor flujo de las actividades.

## **Enfoque a la perfección tolerancia al fracaso**

- Las nuevas ideas y propuestas tienen un riesgo, vencer el miedo o cometer errores es necesario para lograr los objetivos que se han propuesto.

Para que las organizaciones permanezcan activas en el mercado deben buscar la perfección de sus productos y servicios con la implementación de esta metodología; deben llegar al punto de que esta sea el centro de sus actividades y a la vez debe ser lo suficientemente abierta a aceptar nuevas ideas y eliminación de errores.

Las organizaciones que implementan la metodología Seis Sigma deben poseer como una de sus metas una calidad cada día más perfecta, lo cual significa en muchas ocasiones estar dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.

En conclusión la gestión y mejora de los procesos debe ser continuamente verificada con el fin de identificar los cambios que se vayan generando en los procesos, planteando nuevos objetivos y estrategias de mejora.

### **2.13 Procesos en los cuales se pueden implementar Seis Sigma**

La metodología seis sigma es posible implementarla en procesos que pueden ser técnicos o no técnicos.

#### **2.13.1 Procesos técnicos**

Hacen referencia a los procesos de fabricación de productos, que llevan consigo la utilización de maquinaria; estos procesos requieren de un estricto control de calidad que garantice la satisfacción de los clientes y minimice los costos de producción.

### **2.13.2 Procesos no técnicos**

Se refieren directamente a procesos administrativos o de servicios dentro de los cuales se encuentra el desarrollo del producto software, en donde el cliente esta en contacto directo con la compañía y puede tener una percepción rápida de la calidad del servicio y los tipos de servicio, entre otros factores fundamentales para el éxito del negocio.

### **2.14 Importancia de la implementación de Seis Sigma en organizaciones de desarrollo de software**

Las organizaciones de desarrollo de software sufren los constantes cambios del entorno, sus estrategias son poco definidas y sostenibles dentro del mercado<sup>12</sup>, no incorporan políticas de calidad definidas dentro del desarrollo de sus productos, a diferencia de países como la India, Costa Rica y otros; que generan el suficiente valor agregado para crecer y mantenerse dentro de la industria.

La implementación de Seis Sigma en organizaciones de desarrollo de software implica la adopción de nuevos comportamientos organizacionales y aplicación de nuevas técnicas de desempeño, que llevan consigo la obtención de grandes beneficios para la empresa; estos beneficios se traducen básicamente en la reducción del tiempo de desarrollo, el alcance de mejores niveles de calidad de productos, cumplimiento de los tiempos de entrega de acuerdo con los compromisos establecidos y por consiguiente, el aumento de la satisfacción del cliente.

---

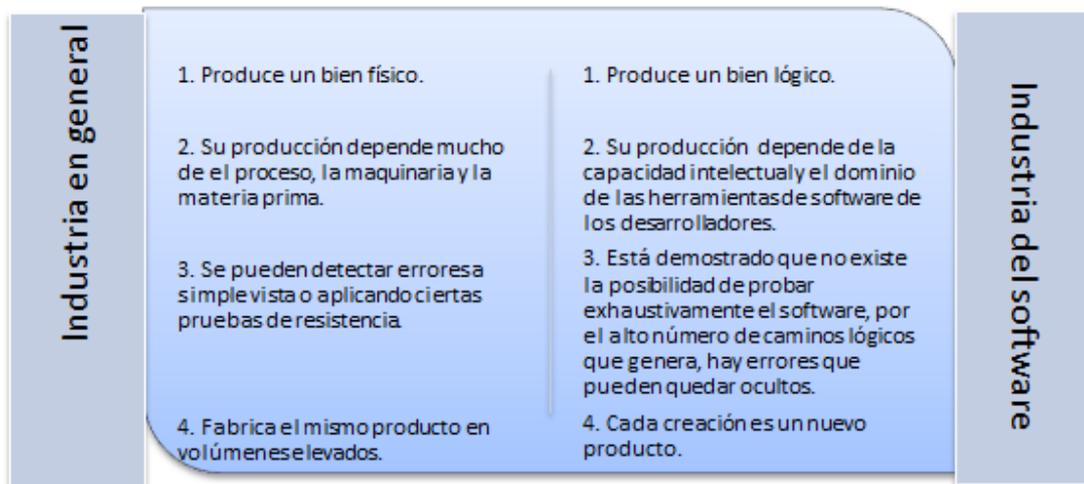
<sup>12</sup> Revista "Sistemas" de la ACIS (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas.)

Seis Sigma permite controlar el proceso mediante la utilización de herramientas de análisis estadístico, con las que se puede identificar con mayor facilidad los puntos críticos del proceso y de esta forma realizar un análisis de mejora para el proceso en general. Estos planes de mejora normalmente reducen los defectos en los productos.

Seis Sigma facilita la creación de una base de conocimiento en donde almacena la información cuantificada sobre el comportamiento del proceso y a su vez las medidas adoptadas como solución a los diversos puntos críticos que se identificaron en el proceso de análisis de los datos. Esta base de conocimiento es utilizada como el historial que permitirá la predicción de algunos aspectos del proceso de desarrollo de software.

Seis Sigma permite mejoras en el tiempo que emplea una persona en realizar la tarea que le ha sido asignada; esta mejora está determinada básicamente por la gestión administrativa del tiempo.

A continuación se describen las diferencias fundamentales entre la producción de la industria en general y el desarrollo en la industria del software:



**Figura 2. 7 Industria general vs. Industria del software**

### **2.15 Importancia de la medición en la ingeniería de software**

La ingeniería del software desde hace muchos años ha identificado distintas dificultades para que los productos y servicios que se crean alcancen un nivel de calidad óptimo y que además respondan a los límites de tiempo y costo. Tomando en cuenta las características del producto, se asume que la calidad de un sistema de software depende en gran parte de la calidad del proceso utilizado durante su desarrollo.

El desarrollo de software no puede ser definido simplemente como una operación de producción, ya que realmente se comporta como una ingeniería de administración de proyectos. A diferencia de otras disciplinas, no solamente se encarga del desarrollo de productos sino también de la empresa del desarrollo de procesos, donde la mayor parte del trabajo se realiza con base en modelos reales.

El desarrollo de software durante su etapa de crisis en 1968<sup>13</sup>, evidenció su “inestable estado de desarrollo” debido a su difícil crecimiento, donde cada vez la demanda exigía productos más robustos y sofisticados. De toda esta crisis surge la necesidad de establecer el objetivo de mejorar la calidad, por lo que se crean distintas instituciones con el fin de mejorar el estado actual del desarrollo de software, dando lugar a una rama de investigación que se centra en la evaluación y mejora del proceso software.

La evaluación es un análisis de los procesos de una empresa con base en un conjunto de criterios para establecer la capacidad de esos procesos para ser realizados dentro de los objetivos de calidad, costo y planificación. El propósito de la evaluación es valorar el estado actual, identificando debilidades, fortalezas y la habilidad del proceso para controlar o evitar las causas de baja calidad, desviaciones en costo o planificación. Todo esto requiere o está soportado por mediciones.

La medición del software juega un papel muy importante en la Ingeniería del Software.

Las métricas de software son herramientas importantes que ayudan en la evaluación y en la institucionalización de la Mejora del Proceso Software (Software Process Improvement) en organizaciones que lo desarrollan. De hecho, la medición del software es la pieza clave de iniciativas como SW-CMM (Capability Maturity Model for Software – Modelo de Madurez de Capacidad para Software), ISO/IEC 15504(SPICE, Software Process Improvement and Capability determination – Mejora

---

<sup>13</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Crisis\\_del\\_software](http://es.wikipedia.org/wiki/Crisis_del_software)

del Proceso Software y Determinación de Capacidad) y CMMI (Capability Maturity Model Integration – Integración del Modelo de Madurez de Capacidad). El estándar ISO/IEC 90003:2004 también destaca la importancia de la medición en la gestión y garantía de la calidad.

A continuación se enumeran varias medidas que se utilizan para medir la calidad del software<sup>14</sup>, cada una proporciona indicadores los cuales son útiles para el equipo de desarrollo:

**Tabla 2. 2 Métricas de software**

	<b>Métrica</b>	<b>Indicador</b>
<b>Corrección</b>	Grado en el que el software cumple su función	La medida utilizada es "defectos por KLDC", donde un defecto corresponde a una falta verificada en concordancia con los requisitos."
<b>Facilidad de mantenimiento</b>	Simplicidad con la que se puede corregir un programa si se cuenta con un error	Una medida empleada es el "tiempo medio de cambio (TMC)", considerado como el tiempo que se tarda en analizar la petición de cambio, diseñar una modificación, implementar el/los cambios, probarlos y distribuirlos.
<b>Integridad</b>	Mide la habilidad de un sistema para resistir a ataques ya sea accidental o intencional a su seguridad.	Para su definición se emplean los atributos "amenaza" y "seguridad"; el primero hace referencia a la probabilidad de que un ataque ocurra en un tiempo determinado; mientras que el segundo corresponde a la probabilidad de repeler un ataque. Integridad = 1 - (amenaza x(1 - seguridad))
<b>Facilidad de uso</b>	Mide el grado en el que el software resulta amigable para el usuario	Se pueden utilizar las medidas de habilidad intelectual y/o física, tiempo requerido, tiempo de utilización del sistema.
<b>Eficacia de la eliminación de defectos</b>	Capacidad para filtrar las actividades tanto de garantía de calidad como de control	$EED = E/E (E+D)$ , donde E corresponde al número de errores encontrados antes de la entrega del software al usuario final y D es el número de defectos encontrados después de la entrega.

Hay que tener en cuenta que las métricas de software no siempre funcionan para todas las organizaciones, depende del tipo de software que se desarrolla y sus instalaciones<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> <http://www.slideshare.net/loreknelamorena/mtricas-de-proceso-y-proyecto-de-software>

Encontrar métricas que se ajusten al proceso de desarrollo de software o la implementación del mismo es una tarea importante que depende de cada empresa.

## **2.16 El negocio del software**

Las organizaciones que trabajan en la industria del software<sup>16</sup> deben comprender que este negocio trae consigo las siguientes implicaciones:

- Entendimiento del proceso, producto o servicio.
- Definición de las cualidades del proceso, producto o servicio.
- Evaluación de los éxitos y fracasos.
- Retroalimentación del control del proyecto.
- Aprendizaje de la propia experiencia.
- Reunir experiencias exitosas y competencias del negocio.

El desarrollo de software es un proceso que comprende actividades o subprocesos, donde cada una debe ser medida para mejorar su rendimiento y por ende el rendimiento general del proceso.

## **2.17 Seis Sigma en el software**

El objetivo de utilizar Seis Sigma en el sector de tecnologías de información es el de lograr diseño y desarrollo<sup>17</sup> de software de alta calidad, mediante la aplicación de procesos y herramientas de calidad. La implementación de Seis Sigma

---

<sup>15</sup> <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.91.6736&rep=rep1&type=pdf>

<sup>16</sup> Applying design for six sigma to software and hardware systems - Eric Maass | Patricia D. McNair  
Pag 186-190

<sup>17</sup> Six Sigma Software Development – Christine B. Tayntor Pag. 9-12

busca un cambio en los procesos hacia la detección temprana de defectos, lo que reduce el costo de la calidad.

Se puede medir el esfuerzo y cronogramas mediante el uso de datos estadísticos, en lugar del uso de estimados, para asegurar la entrega a tiempo del producto de software.

Algunas de los argumentos por los cuales los expertos piensan que Seis Sigma no es adecuado en el proceso de software son los siguientes:

- Los procesos de software son difíciles de medir
- El desarrollo de software no es un proceso repetitivo
- El desarrollo de software es un trabajo que requiere creatividad.
- Los requerimientos del software cambian de acuerdo a la necesidad de los clientes
- La mala estimación de tiempos para el desarrollo.

Mediante la implementación de Seis Sigma en el proceso de software, los especialistas pueden conocer mejor las necesidades y objetivos del negocio del cliente, de esta manera se puede asegurar que al implementar Seis Sigma se considera el tiempo en cada fase.

Seis Sigma utiliza cálculos estadísticos para medir y controlar la variación no deseada en procesos repetitivos como lo son la manufactura. Los pasos a seguir en un desarrollo de software, como lo son el levantamiento de requerimientos, diseño, implementación, y pruebas, son mucho menos tangibles y difíciles de cuantificar que los pasos en un proceso de manufactura o procesamiento de órdenes. A menos que los proyectos sean muy similares en metas y alcances, es difícil decir si el proceso

de desarrollo de software está mejorando de una fase a otra. Cada fase o paso en un proceso de desarrollo de software está fuertemente influenciado por la calidad de la definición de requerimientos, y la calidad de la definición de requerimientos es difícil de cuantificar.

A pesar de que todo esto es en cierta forma intangible, hay que tomar en cuenta la siguiente observación acerca de la ingeniería de software, la cual se puede encontrar en varios libros o artículos” *la efectividad de los ingenieros de software varía grandemente de un individuo a otro, y el éxito de los proyectos está fuertemente influenciado por la efectividad de los participantes del proyecto*”. Los procesos de software son difíciles de medir, pero no es una tarea imposible.

Los Líderes de la industria del software como IBM e instituciones como el Instituto de Ingeniería de Software (Software Engineering Institute) han diseñado y publicado métricas<sup>18</sup> para procesos de software para el beneficio de toda la industria.

Es cierto que el desarrollo de software requiere un alto grado de habilidad, creatividad y conocimiento por parte de los ingenieros en sistemas. Aun así, existen esfuerzos de líderes de la industria y organizaciones en este campo a nivel mundial, que tratan de establecer el marco de desarrollo y avance de esta industria, tratando de consolidar un esquema que cambie el aspecto variable de las Tecnologías de Información, para así establecer métricas y procedimientos que lo vuelvan más controlable y medible.

---

<sup>18</sup> [www.acis.org.co/index.php?id=42](http://www.acis.org.co/index.php?id=42)

Los procesos en una empresa de servicios de software pueden ser mejorados con una metodología de mejora de procesos como la que provee Seis Sigma DMAIC, mientras que DMAVD - DFSS puede ser aplicada al restante de los procesos, los cuales involucran creatividad.

Cuando los tiempos propuestos inicialmente de un proyecto fallan y no se puede cumplir con el tiempo de entrega de un producto de software, la reacción es introducir más procesos alrededor de la toma de requerimientos, revisiones de código, revisiones de final de etapa, entre otros, para tratar de “hacerlo de acuerdo a las metas y objetivos del cliente”. Los pasos a realizar con Seis Sigma se encuentran en hacer lo contrario, se debe crear y mejorar los procesos adoptados en las diferentes fases del ciclo de desarrollo de software, con la visión de hacerlos tan robustos y a prueba de errores como sea posible. Esto ayudará a los equipos de proyecto a alcanzar un mayor nivel de productividad para hacer “más con menos”. Hay que tener en cuenta que esto requiere un cambio del paradigma empresarial hacia la aceptación de una metodología Seis Sigma para el mejoramiento de procesos y un cambio cultural.

Seis Sigma posee cuatro características fundamentales que la distinguen de otros procesos de mejora de calidad, estas son<sup>19</sup>:

- σ Posee un sistema de medición unificado el cual es aplicado por Seis Sigma a través de proyectos bien definidos, cada uno enfocado a

---

<sup>19</sup> <http://www.slideshare.net/josera1777-trabajo-final-de-calidad-y-productiidad> Pag 12 - pág. 21

resolver problemas de calidad, buscando de esta forma la reducción de los costos en reparación de errores.

- σ Un conjunto de métodos, herramientas y entrenamiento apuntan a establecer más rigor y disciplina. Se deben predefinir las fases y herramientas que van a ser utilizadas para cada fase.
- σ Es una disciplina, formalizada y estructurada, con una infraestructura organizacional, la cual confía en los expertos (Cinturones Verdes, Cinturones Negros, Maestros Cinturones Negros, Campeones, etc.) Para su desarrollo. Estos expertos están certificados en el conocimiento teórico y práctico.
- σ Un sistema valioso de Reconocimiento para las personas que trabajan por el éxito de Seis Sigma. Este aspecto probablemente es uno de los más delicados, ya que se debe adaptar a la cultura de los países y organizaciones.
- σ Al igual que con la fabricación, la visión debe ser "*el cliente siempre tiene razón*". Se puede utilizar una serie de indicadores, herramientas y esquemas para definir las especificaciones del cliente para discutir y analizar diversos parámetros tales como costo, calidad y plazos en los diferentes niveles.

### **2.17.1 Seis Sigma y el ciclo de vida de desarrollo del software**

El Ciclo de Vida de Desarrollo de Software consiste en cuatro fases fundamentalmente – Análisis, Diseño, Programación, Pruebas y Mantenimiento. Junto a estas fases fundamentales, procesos como la prevención de defectos,

administración de proyectos, Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA), revisiones, etc., son parte integral del Sistema de Administración de la Calidad de cualquier empresa en la industria de Tecnologías de Información. La efectividad de estos procesos tiene un impacto directo en los parámetros.

Uno de los factores clave en la implantación de Seis Sigma es identificar las métricas dependientes. Las métricas básicas como eficiencia, efectividad, productividad, densidad de defectos, variación de cronogramas y otros ya están disponibles, en cuanto a las de desempeño más crítico pueden ser utilizadas para proyectos DMAIC de Seis Sigma.

La metodología DFSS de Seis Sigma puede ser aplicada a proyectos nuevos de desarrollo de software. Seis Sigma en el SDLC ayuda a hacer el proceso de manufactura del software más predecible y asegura que todos los CTQs de los clientes son cumplidos. Algunas herramientas de Seis Sigma que pueden ser aplicadas a esta metodología son:

- Quality Function Deployment (QFD): ayuda a convertir los requerimientos del cliente (VOC) en especificaciones detalladas del programa. El uso de QFD asegura que ningún requerimiento será olvidado y ayuda además a priorizar los elementos del software.
- Failure Mode Effect Analysis (FMEA): es una herramienta un manejo efectivo de riesgos para todo el SDLC, e identifica los modos de falla probables del software en la fase de diseño. Esto inicia acciones correctivas en el diseño.

- Pugh Matrix: permite al desarrollador de software o analista comparar diferentes conceptos con referencia a CTQs de los clientes y crear conceptos fuertes alternativos a partir de conceptos débiles.

Cuando un proyecto es definido, el equipo asignado procede de forma sistemática a través de fases de Medición, Análisis, Incorporación, y Control. Un equipo de mejora Seis Sigma es responsable de identificar las métricas relevantes basadas en principios y modelos de la ingeniería de software. Con la información que se obtenga, el equipo debe proceder a evaluar la información o datos para identificar tendencias, patrones, relaciones, entre otras.

Seis Sigma incluye dos metodologías complementarias. La primera de estas, Diseño para Seis Sigma, es usada para desarrollar nuevos productos o procesos mediante la aproximación DMADV, la cual incluye fases de Definir, Medir, Analizar, Diseñar, y Verificar. La segunda, DMAIC, usa fases Definir, Medir, Analizar, Incorporar, y Controlar, para mejorar productos o procesos existentes.

El Ciclo de vida del desarrollo de software incluye muchas formas distintas, como el iterativo, cascada, Agile, RUP, y todos consisten en etapas y tareas, cada una asociada a herramientas específicas y entregables. Ambos, SDLC y DFSS son usados para desarrollar productos, por lo tanto, desde un punto de vista conceptual, son fundamentalmente similares y puede potencialmente ser combinados en una sola plataforma o estándar organizacional.

### **2.17.2 Alcance de Seis Sigma en la industria del software**

Seis Sigma permite a las organizaciones mejorar su esquema de trabajo por medio de un diseño y monitoreo diario de las actividades, logrando la minimización de los riesgos e incrementado la satisfacción del cliente.

Seis sigma en el proceso de desarrollo de software debe ser integrado con toda la estrategia de la metodología, para que actúe como un facilitador y acelerador del mismo, permite establecer una relación entre los resultados del negocio y las medidas de mejoramiento y definir una medida común de calidad de software que abarque todo el negocio y las expectativas del cliente.

El objetivo de Seis Sigma es disminuir la densidad de defectos en la industria del software en cada una de sus etapas de desarrollo, desde el inicio con el levantamiento de requisitos, diseño, construcción, integración, pruebas del sistema, hasta el final con la implementación del sistema.

Aspectos a tener en cuenta para la implementación de Seis Sigma en organizaciones de desarrollo de software

Cuando se va a implementar un proyecto Seis Sigma en una empresa de desarrollo de software, es importante identificar varios factores que son fundamentales en el éxito del mismo. Estos factores están directamente relacionados con la estructura del proceso de desarrollo, la cual debe ser rediseñada para lograr una buena aplicación de la metodología Seis Sigma. Otro aspecto fundamental que se debe considerar es el grado de madurez que debe poseer una empresa que desea aplicar Seis Sigma, madurez asociada principalmente con la solidez en la

definición de sus procesos, ya que los análisis estadísticos se realizan partiendo de los datos que arrojan los procesos; otro gran apoyo para Seis Sigma es la aplicación de otras técnicas como TSP y PSP, las cuales preparan a las personas para un mejor desempeño a nivel individual y grupal.

En organizaciones de desarrollo de software se debe realizar una evaluación respecto al tiempo que implica llevar a cabo este tipo de proyectos, sin dejar a un lado el grado de compromiso en el que se debe incurrir; es fundamental realizar una evaluación de los recursos, ya que estos normalmente son escasos.

Para considerar Seis Sigma como una estrategia de mejoramiento de la calidad y en general de mejoramiento continuo a nivel organizacional, se deben considerar diversos factores culturales y del negocio, los cuales influyen en el éxito de esta estrategia.

La empresa necesita de un ambiente saludable que contribuya con el mejoramiento de los procesos y el desempeño de las personas. Para determinar si un ambiente es el adecuado, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El grado de conflictos entre las personas y el nivel de cooperación.
- Las actitudes defensivas.
- La territorialidad.
- El volumen de ventas y la estabilidad en general.
- Las Políticas establecidas de la empresa.
- Los temores, represalias, búsquedas de culpabilidad.
- La Asignación de responsabilidades.
- Las formas para incentivar el trabajo.

## 2.18 Roles y responsabilidades

Seis sigma tiene roles y responsabilidades definidas, la estructura para el desarrollo de Seis Sigma está basada en la creación de equipos de trabajo liderados por los llamados Cinturones Verdes o Negros.

El siguiente cuadro muestra la estructura que debe tener la empresa en base a Seis Sigma:



**Figura 2. 8 Roles y responsabilidades de Seis Sigma**

### Consejo

Es el grupo de personas que tienen la toma de decisión dentro de la implementación de Seis Sigma.

Las personas que conforman el consejo pueden ser Gerentes, Jefes de área, Coordinadores, Auditores, etc.

### Funciones

- Definir las funciones de los diferentes roles de la metodología seis sigma

- Cuantificar los beneficios e inconvenientes que resulten de la implementación de seis Sigma en la empresa.

### **Campeones**

Los Campeones son dueños de procesos y sistemas que ayudan al inicio del programa y ayudan a coordinar y a mejorar actividades en sus áreas de responsabilidades con la metodología de Seis Sigma.

Un campeón es un líder que está coordinando los esfuerzos de las personas con los roles de Cinturones Negro, Cinturones Verdes y Cinturones Amarillos. Ser un campeón es un trabajo de tiempo completo y este rol deberá de ser asignado a una persona la cual la compañía cree tiene el potencial para manejar y guiar el negocio. La selección de este candidato es basado en la premisa de "a un paso del éxito" por lo que el compromiso por parte de esta persona es voluntario.

#### Funciones

- Iniciar y coordinar las actividades de mejoramiento durante el proceso de implementación.
- Determinar la visión y la estrategia para la implementación.

### **Maestro Cinturones Negro**

Es el entrenador, consultor y monitor de los cinturones negros. Es un experto de las herramientas de Seis Sigma. Es el responsable de que los grupos o equipos funcionen eficiente mente.

#### Funciones

- Brindar entrenamiento, asesoría y dar seguimiento a los proyectos.
- Capacitar a los agentes cinturones negros.

## **Cinturón Negro**

Por lo general poseen especial experiencia en estadística y conocimientos en la mejora de procesos, productos o servicios. El nivel de cinturón negro así como se lo conoce de las artes marciales proviene de una refinada destreza y estricta disciplina.

En seis Sigma el entrenamiento de Cinturón Negro se desarrolló para dar soporte a los proyectos y la implementación de las estrategias del negocio.

Este cargo lo pueden ocupar Gerentes, Asesores internos, ingenieros, líderes de grupo, administradores, supervisores y personal que deseen conocer en un nivel avanzado las herramientas de la mejora, los alcances y aplicaciones de la Filosofía de Seis Sigma en el desarrollo y asesoría de los proyectos de Mejora.

### **Funciones**

- Aplicar métodos estadísticos necesarios para generar datos valiosos que resulten decisivos durante la implementación.

## **Cinturón Verde**

Tiene un conocimiento general del proceso de mejora continua y está enfocado a los esfuerzos de éxito del proyecto.

El Cinturón Verde está entrenado en la metodología y maneja las herramientas estadísticas específicas que dan soporte al desempeño de su rol líder interno del proyecto de mejora sobre un proceso específico.

Los Cinturones Verdes tienen asignaciones específicas bajo la línea de mando de sus gerentes de unidad de negocio o departamento por lo cual pueden aplicar la metodología y/o herramientas en su trabajo diario.

Las personas que ocupen este cargo pueden ser Gerentes, Asesores internos, ingenieros, líderes de grupo, administradores, supervisores y personal que deseen conocer en un nivel práctico las herramientas de la mejora, los alcances y aplicaciones de la Filosofía de Seis Sigma en el desarrollo de los proyectos de Mejora.

Funciones

- Manejar los equipos formados en las áreas pertenecientes a la empresa desde la etapa inicial hasta la culminación del proyecto.

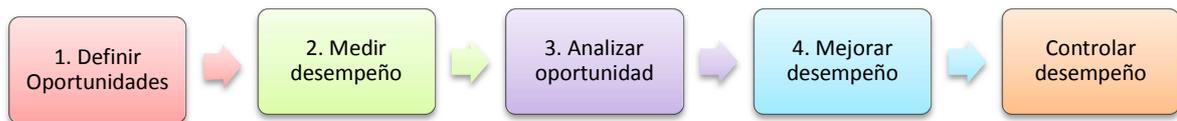
### **Cinturón amarillo**

Líder de implementación. Es un profesional en la mejora empresarial.

Funciones

- Determinar el flujo de actividades a seguir durante el proyecto y velar por el cumplimiento del mismo.

## **2.19 Fase DMAIC de Seis Sigma**



**Figura 2. 9 Fases DMAIC de Seis Sigma**

**Definir:** Se refiere a definir los requerimientos del cliente y entender los procesos importantes afectados. Estos requerimientos del cliente se denominan CTQs. Este paso se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y

expectativas. Además se determina el alcance del proyecto: las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar. En esta etapa se elabora un mapa del flujo del proceso.

En esta etapa el objetivo principal es determinar las metas de la actividad a mejorar, tanto a nivel gerencial como a nivel operativo, esto se hace a partir de la identificación de los errores y aplicación de métodos de datamining. Esta etapa requiere del desarrollo de habilidades en identificación de patrones y tendencias de datos, con el fin de predecir con mayor certeza el comportamiento futuro de los mismos, sin dejar a un lado la importancia de aplicar continuamente esta etapa.

Los objetivos de esta etapa son básicamente los siguientes:

- Documentar la información clave del proceso.
- Proveer un enfoque gerencial al proyecto seleccionado.
- Enfocar al equipo en solucionar problemas con el cliente.
- Asegurar el impacto financiero del esfuerzo realizado.

**Medir:** Consiste en establecer parámetros confiables para monitorear el sistema hacia las metas definidas en la etapa anterior. Se deben Identificar las características críticas: en calidad, servicio al cliente, entrega, proceso, satisfacción y costo. Es necesario cuantificar el estado actual del proceso, determinar el sistema de medición y estimar una meta para mejorarlo.

El objetivo principal de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar. Se utilizan los CTQs para determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la

recolección de las distintas fuentes. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.

Algunos de los objetivos que se definen en esta etapa son los siguientes:

- Describir el proceso y sus características
- Enfocar y fijar prioridades
- Generar y organizar ideas
- Obtener información y asegurar su validez
- Entender y eliminar la variación del proceso

**Analizar:** En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se analizan las oportunidades de mejora, de acuerdo a la importancia para el cliente y se identifican y validan sus causas de variación. Es de vital importancia desarrollar hipótesis sobre las causas de los problemas, para esto; se deben definir un conjunto de objetivos tales como:

- Confirmar las causas raíz del problema.
- Localizar las fuentes importantes de retrasos en el proceso.
- Detectar actividades de no valor agregado.
- Enfocar los esfuerzos de mejora del proceso.

**Mejorar:** Comprende la corrección de los problemas eliminando sus causas raíces, utilizando herramientas de gestión de procesos y planificación que permitan hacer las cosas de forma más rápida y barata. En esta etapa se deben desarrollar ideas para eliminar las causas raíz, realizar experimentos, construir prototipos,

desarrollar planes de acción e implementar mejoras, para esto; se debe tener una clara definición de los objetivos algunos de los cuales pueden ser los siguientes:

- Emplear herramientas especiales para mejorar el proceso.
- Asegurar la mejora rápida de los procesos.
- Confirmar los resultados esperados.
- Detectar debilidades y amenazas.

**Controlar:** Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de monitoreo. Los objetivos que se deben tener presente en esta etapa son los siguientes:

- Sistematizar las mejoras al proceso.
- Mantener las mejoras al proceso.
- Preparar mejoras posteriores al proceso.
- Documentar las mejoras implementadas.
- Proporcionar herramientas para monitorear el proceso.

## 2.19.1 Herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas a través del proceso de mejoramiento Seis Sigma

Definir	Medir	Analizar	Incorporar	Controlar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de afinidad</li> <li>• Lluvia de ideas</li> <li>• Investigación al cliente</li> <li>• Gráficas de Gantt</li> <li>• Team Charter</li> <li>• Análisis cuantitativo de procesos</li> <li>• Mapeo de procesos</li> <li>• QFD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benchmarking</li> <li>• Hojas de chequeo</li> <li>• Gráficas de control</li> <li>• Gráficas de datos</li> <li>• Gage R&amp;R</li> <li>• Histogramas</li> <li>• Capacidad</li> <li>• Gráfica de corridas</li> <li>• Muestreo</li> <li>• Cálculo sigma</li> <li>• Estratificación</li> <li>• Variación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Causa y efecto</li> <li>• Correlación</li> <li>• Diseño de experimentos</li> <li>• Árbol de fallas</li> <li>• Pruebas de hipótesis</li> <li>• Pareto</li> <li>• Simulación de procesos</li> <li>• Análisis del proceso cuantitativo</li> <li>• Regresión</li> <li>• Estratificación</li> <li>• Estructura de árbol</li> <li>• Análisis de evaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de costo beneficio</li> <li>• Matriz de correlación</li> <li>• Análisis de fuerza de campo</li> <li>• Mapeo mental</li> <li>• Palabras aleatorias</li> <li>• seis sombreros para pensar</li> <li>• Carta de la historia</li> <li>• Mapeo de solución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FMEA</li> <li>• Sistema de control de procesos</li> <li>• Planeación del trabajo</li> <li>• APQP</li> </ul>

Figura 2. 10 Herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas a través de Seis Sigma.

## 2.20 Fase DMADV o DFSS de Seis Sigma



Figura 2. 11 Fase DMADV o DFSS de Seis Sigma

El modelo DMADV o también conocido como DFSS combina el concepto de planificación de la calidad con el objetivo de seis sigma; dirige a los diseñadores del producto para que alcancen niveles de excelencia. <sup>20</sup>

<sup>20</sup> Seis sigma y el proceso de desarrollo de software – Cecilia Milena Hinojosa Raza

Este método es bastante similar a DMAIC se compone de las siguientes fases: Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Design (Diseñar), Verify (Verificar).

**Definir:** establece el proyecto como una iniciativa de la empresa por solucionar un problema que se encuentra claramente definido y que amerita su solución.

Corresponde revisar detalladamente el historial de los proyectos, poniendo mayor atención en los errores y fallos detectados. Si bien en los ambientes de desarrollo de software se pueden presentar cientos de tipos de errores, pero para la medición se puede tomar como base la clasificación que presentan algunos autores, por ejemplo Pressman en su libro "Ingeniería del Software, un enfoque práctico", presenta una lista de doce categorías, lo cual facilita la tarea.

Una vez que se cuenta con datos objetivos (números) se procede a identificar los pocos vitales, es decir, aquellos que han ocasionado conflictos con los clientes, mayor impacto en el costo del proyecto y retraso en las fases del proceso de desarrollo en general, para el efecto se utilizarán las herramientas básicas de calidad.

**Medir:** identifica los requisitos de los clientes, focalizando las características críticas para la calidad, se valoran su rendimiento y evalúa el riesgo; para esto se soporta por herramientas como el benchmarking, AMFE (Análisis modal de fallos y efectos del proceso) y QFD (Quality Functional Deployment).

En esta etapa es preciso tener en cuenta que la información numérica es la base de Seis Sigma, las decisiones se basarán en datos fiables, se identificarán a los

clientes claves de la fase del proceso de desarrollo de software que se quiere mejorar y sus necesidades críticas, todo esto consistentemente definido y documentado.

**Analizar:** seleccionar un diseño de alto nivel de varios diseños alternativos y evaluar la capacidad del diseño seleccionado.

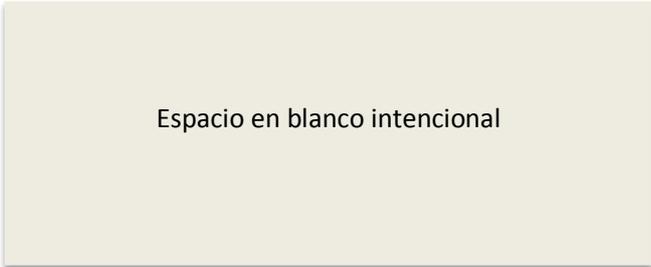
Se desarrollan alternativas de solución, considerando mejoras en la fase o actividad específica del proceso, perfil del personal, metodología, tecnología empleada, herramientas, entorno de trabajo, etc. y luego de un análisis detenido se selecciona la alternativa más adecuada, dejando una descripción de alto nivel de los parámetros de la solución.

**Diseñar:** se basa en el diseño seleccionado en la fase anterior, optimiza parámetros de diseño a nivel de detalle, planifica pruebas de verificación y verifica el nivel de rendimiento del proceso, define en detalle el proceso con el fin de estar en perfecta concordancia con las expectativas de los clientes.

**Verificar:** ejecuta pruebas piloto y analiza los resultados, implanta el proceso de producción y realiza las actividades para una transferencia del proceso a los responsables. Es un sistema de planificación usado para desarrollar nuevos procesos o productos al nivel de calidad Seis Sigma. Puede también ser empleado si un proceso actual requiere más que una mejora incremental, en si se encarga de verificar que la performance y la capacidad están conformes a los objetivos y a las expectativas de los clientes.

Para la valoración de los resultados se planificarán las acciones correspondientes de revisión, verificación y validación, las cuales deben quedar

debidamente documentadas; también es importante ir generando los registros correspondientes a fin de contar con información confiable que permita primero evaluar si se está cumpliendo con los objetivos propuestos y en segundo lugar para tener un historial que permita emprender en un nuevo ciclo de mejora.



Espacio en blanco intencional

## CAPÍTULO 3

### MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Antecedentes de la empresa Inveligent

Inveligent es una empresa dedicada a la automatización de los procesos de la cadena de abastecimiento, con 15 años de experiencia en el mercado. Sus soluciones integran la realización de estudios técnicos, el desarrollo de software a medida, selección e implementación de hardware especializado, el diseño e implementación de redes inalámbricas, servicio de soporte y mantenimiento de equipos, y sistemas e insumos para etiquetado.

#### 3.2 Datos generales de la empresa



**Razón Social:** Soluciones Tecnológicas Solteflex S.A.  
**Nombre Comercial:** INVELIGENT  
**RUC:** 1792132886001  
**Dirección:** Av. Orellana E11-75 y Av. Coruña esq. Edif. Albra, Of. 306  
**Teléfono:** PBX 3826121  
**Matriz:** Quito  
**Sucursal:** Guayaquil

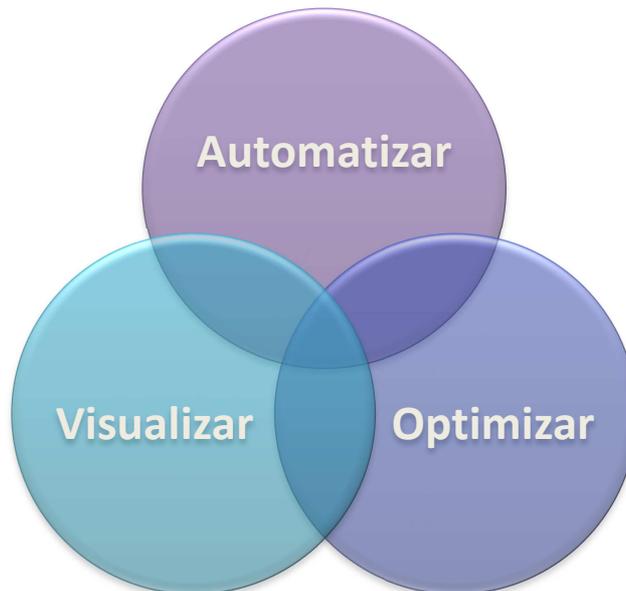
**Figura 3. 1 Datos generales de la empresa**

### 3.3 Misión de Inveligent

Somos expertos en comprender los retos empresariales de nuestros clientes y definir junto a ellos las estrategias más adecuadas para resolverlos.

Nuestro conocimiento especializado en las cadenas de abastecimiento, nuestra experiencia en la automatización de una amplia variedad de operaciones y nuestra pasión por el servicio, nos permiten desarrollar soluciones orientadas a resultados para que las cadenas de abastecimiento lleguen a ser más optimizadas, integradas y medibles.

Nuestras soluciones combinan servicios de consultoría, software especializado y hardware de misión crítica, que se implementan bajo una metodología y un período de acompañamiento que garantizan los resultados.



**Figura 3. 2 Misión de Inveligent**

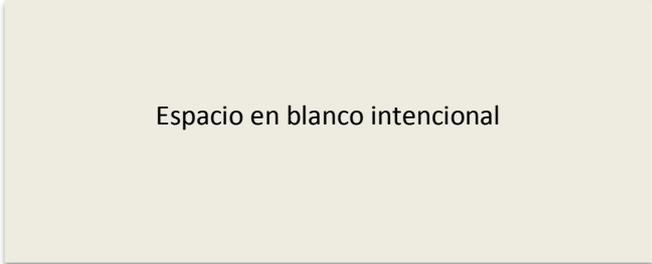
### **3.4 Visión de Inveligent**

Consolidar nuestro liderazgo en la creación e implementación de soluciones tecnológicas innovadoras mediante la optimización e integración de las cadenas de abastecimiento de nuestros clientes.

El reconocimiento y la preferencia por nuestra marca se deben a la excelencia en el servicio, la calidad de los procesos y el talento humano.

### **3.5 Valores corporativos**

El personal de INVELIGENT se apoya en el cumplimiento de Valores Corporativos para cumplir su misión y visión como empresa:

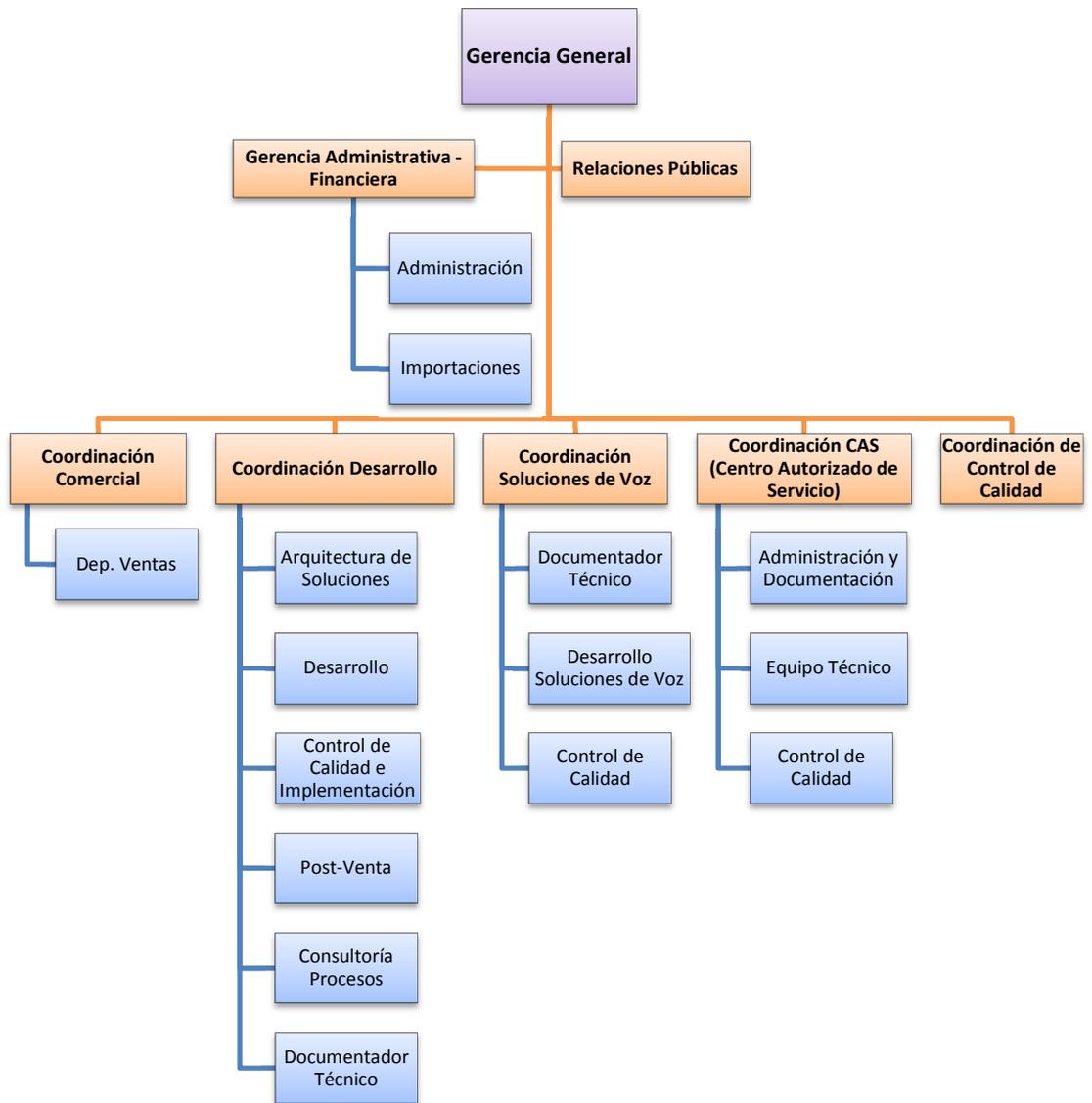


Espacio en blanco intencional



**Figura 3. 3 Valores Corporativos Inveligent**

### 3.6 Organigrama



**Figura 3. 4 Organigrama funcional Inveligent**

### 3.7 Características de la operación de la empresa

INVELIGENT desarrolla soluciones personalizadas para la optimización de cada una de las etapas relacionadas con el flujo y la transformación de bienes y productos,

desde la Manufactura, Almacenamiento, Logística y Transporte, hasta la Gestión en Campo y servicio Post-Venta.

Las soluciones de Inveligent permiten optimizar al máximo los recursos, incrementar la productividad de las empresas y mejorar la calidad de atención a sus clientes garantizando su fidelidad.

Los sistemas de automatización Inveligent integran la computación móvil con los ERP mediante el uso de tecnología de punta y software especializado con un alto componente de personalización, para otorgar la solución más adecuada de acceso remoto a la información, ejecución de tareas, análisis y publicación de resultados mediante un control de calidad y consultoría personalizada.



**Figura 3. 5 Características de la operación de la empresa**

### **3.8 Fortalezas**

- Liderazgo dominante en el sector de mercado para su plataforma de productos y soluciones altamente especializadas.

- Visión de la dirección para la gestión de tecnología y negocio, ofreciendo soluciones integrales que cubren áreas críticas de problemas en los clientes, brindando mantenimiento local en hardware especializado y soluciones a medida. Con esta estrategia, INVELIGENT desarrolla una gran empatía con el cliente, estableciendo compromisos persistentes y sólidos.
- El área de desarrollo está actualmente bajo un profundo cambio, generándose una enorme cantidad de activos para soportar y definir formalmente sus procesos, apoyándose en herramientas que colaboren a institucionalizar los nuevos activos que serán próximamente liberados al área técnica. También desde el área técnica, aporta en este proceso definiciones para establecer bibliotecas de código reutilizable, mejorando la performance general y simplificando la capacitación en plataforma de sistemas ya desarrollados, limitando la duplicación actual de código.
- Consolidación de un excelente equipo de trabajo, con un perfil técnico único y un alto nivel de compromiso.
- Las nuevas definiciones para formalización y uso de herramientas, probadas desde los nuevos proyectos ha mostrado resultados exitosos en términos de la comunicación y adopción de estos elementos desde el cliente.

Fortalezas detectadas en términos de políticas y procesos, definidos y puestos en marcha permiten partir desde un punto ventajoso para las actividades de este proyecto.

### **3.9 Debilidades**

- La coordinación entre las diversas áreas (comercial vs. desarrollo vs. Importaciones vs. CAS vs. Soporte interno) presenta algunas limitaciones operativas, donde la interacción tiene elementos que desde la perspectiva de cada área se ven como insuficientemente resueltos.
- Compromisos con los clientes insuficientemente formalizados, introducen elementos de presión sobre desarrollo para cumplir con requerimientos, sobre los que hay criterios firmes de aceptación.

### **3.10 Empresa**

- Inveligent surge como una empresa autónoma desarrollando soluciones móviles y sistemas de automatización en cadenas de abastecimiento. Inveligent atiende clientes locales y corporativos internacionales, proveyendo servicio integral desde hardware especializado para el que se cuenta con representación exclusiva de partners como Intermec, Vocollect, consumibles, soporte técnico y servicio para el hardware, desarrollo de software personalizado según las necesidades del cliente, y servicios de consultoría para asistir al cliente en el desarrollo u mejor uso de tecnología en sus plantas y almacenes.
- La experiencia de la empresa en proyectos de desarrollo a mediada, cubre plataformas para la industria con actividades intensivas de manufactura, almacén y logística, fuerza de ventas y vocollect.

- Existen políticas de servicio para maximizar el uso de contratos del cliente, ofreciendo proactivamente la utilización de saldos para servicios no utilizados. Inveligent brinda información periódica sobre capacidad remanente en la cuenta del cliente y niveles de utilización para prevenir necesidades potenciales que excedan los valores planificados del cliente para servicio de mantenimiento y soporte.
- El área comercial cuenta en el presente, con limitada información sobre la experiencia en productos ya desarrollados, no habiéndose aun instrumentado canales formales que aseguren aprovechar y reutilizar estos desarrollos en forma extensiva sobre la plataforma de clientes.
- Inveligent tiene la política de formar técnicos con perfil también de orientación comercial, en el sentido de servicio al cliente, involucrando tempranamente al área de desarrollo en el proceso de ventas.

### **3.11 Procesos**

- El área de desarrollo participa en el proceso de ventas desde el inicio, colaborando en tareas de presupuestación previas a la aprobación del cliente de la oferta de servicio, que dispara la fase de levantamiento, y generación de cronograma y demás entregables.
- El CAS soporta no solamente los estrictos acuerdos de nivel de servicio contratados por los clientes, sino que también brinda internamente capacitación y asistencia al área de desarrollo para el hardware en los proyectos que lo requieren.

- El área de Relaciones Públicas tiene la responsabilidad de coordinar la performance de los procesos, haciendo seguimiento desde los clientes para sus servicios contratados y productos solicitados. Esta coordinación se realiza mediante registro detallados en planillas de elementos objetivos cuantificados (fechas, valores, estado, producto, responsable, consumo de puntos y demás atributos en las planillas )
- Para el proceso de soporte de software hay un procedimiento definido, implementado a partir de una planilla de órdenes de servicio, donde se registran solicitudes, responsables, tiempo insumidos, estado, categoría y demás atributos para seguimiento y control.
- Para el proceso de desarrollo de nuevos proyectos, se estableció la política de adoptar la metodología MSF, utilizando documentos de casos de uso, diagramas de flujo, diagramas de pantallas y cronogramas que se presentan al cliente para aprobación y para base de seguimiento una vez aprobado y firmado, momento en que se asignan recursos del área de desarrollo.



**Figura 3. 6 Procesos de la empresa.**

Para el presente proyecto se hará referencia al proceso de desarrollo.

### 3.12 Metodología de desarrollo

La metodología con la que trabaja la empresa Inveligent es la metodología Inv la cual fue elaborada por el comité de calidad de la empresa.

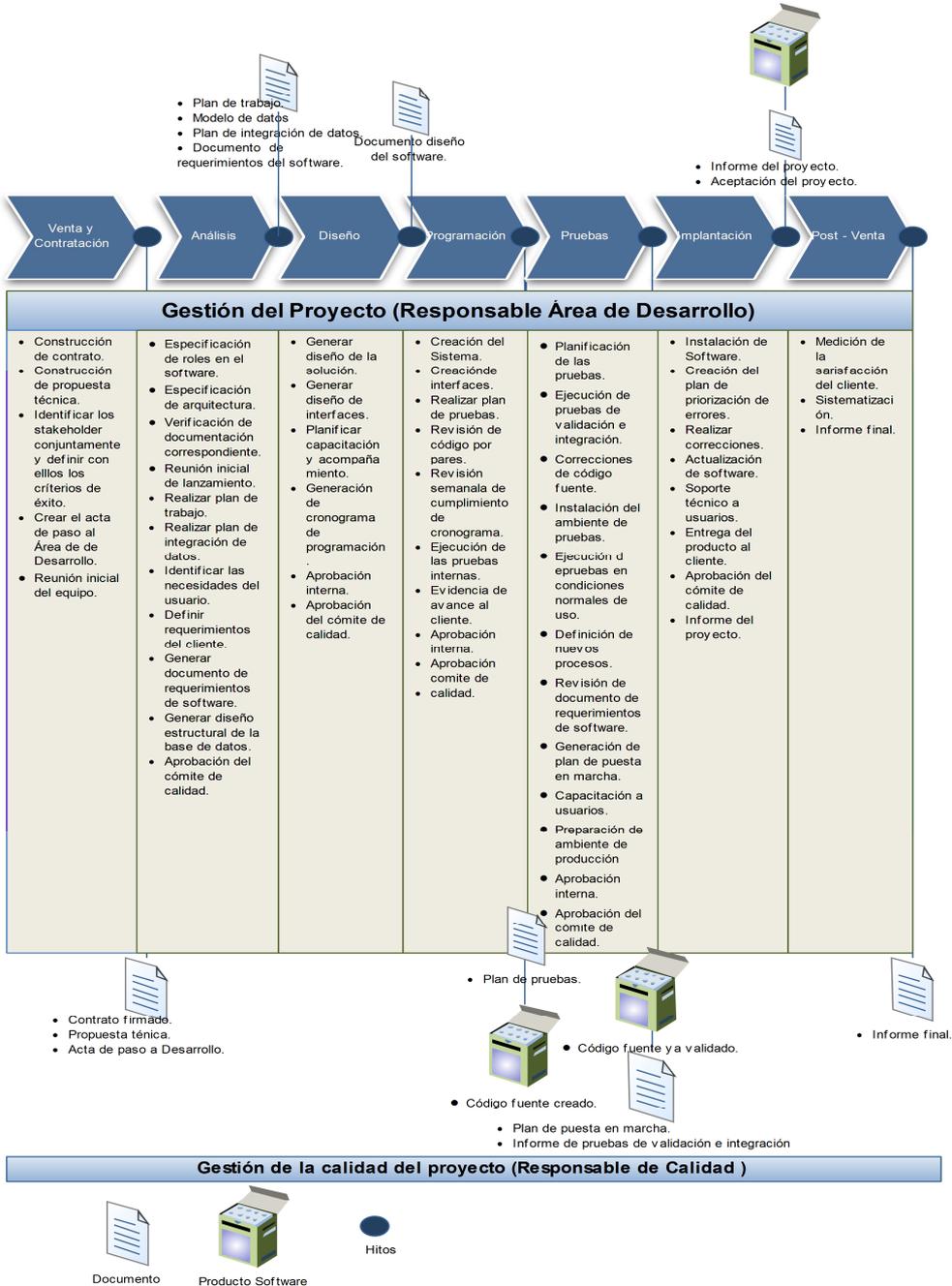


Figura 3. 7 Metodología Inveligent

### 3.13 Roles que intervienen en el desarrollo de software



Figura 3. 8 Roles que intervienen en el desarrollo de Software

## **CAPÍTULO 4**

### **CASO PRÁCTICO**

#### **4.1 Implementación de Seis Sigma en la empresa Inveligent**

La implementación de la metodología Seis sigma en la empresa Inveligent hará referencia durante toda su fase DMAIC a la “Guía de Aplicación de la Técnica de Calidad Seis Sigma en el Proceso de Desarrollo de Software desarrollada por los estudiantes Vannessa Mosquera y Daniel Monge de la Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática de la ESPE”, cada una de las fases de DMAIC deben ser desarrolladas en forma secuencial.

##### **4.1.1 Fase de definición**

En esta etapa se describe el problema y meta de la empresa, el alcance y restricciones.

De acuerdo a este análisis se seleccionó el área de desarrollo de la empresa Inveligent, ya que toda actividad que se realice en este proceso afecta en forma positiva o negativa para los resultados de la satisfacción del cliente, a los costos por la no calidad. Y por ser una de las áreas más grande que conforman la empresa, en cuanto a número de clientes que brinda servicio.

### Actividades de la fase de Definición

- Definir el problema.
- Formar equipo.
- Establecer un resumen del proyecto.
- Desarrollar un plan de proyecto.
- Identificar cliente.
- Identificar entradas y salidas de procesos.
- Identificar y priorizar requerimientos del cliente.
- Documentar el proceso en curso.
- Identificar variables.

**Figura 4. 1 Actividades de la fase de Definición metodología Seis Sigma**

#### **4.1.1.1 Definir el problema**

INVELIGENT es una empresa de desarrollo de software que realiza personalizadas para la optimización de cada una de las etapas relacionadas con el flujo y la transformación de bienes y productos.

Con el pasar de los años la empresa se ha encontrado con varios inconvenientes al desarrollar un proyecto de software, varios de los inconvenientes son: la falta de organización del área de trabajo, mala comunicación e información, cronogramas estrechos, documentación generalizada, falta de comprensión de los procesos, omisión de detalles importantes por parte del cliente, falta de pruebas para verificar calidad del software, falta de estándares de calidad.

La implementación de la metodología Seis Sigma representa una importante alternativa para ir mejorando la calidad del software durante su ciclo de vida; los beneficios que se pueden alcanzar con la misma se pueden observar en elementos

como: incremento de la productividad, aumento de la eficiencia, reducción de tiempo y costos, disminución de errores, calidad en procesos, productos y servicios.

#### 4.1.1.2 Formar el equipo

Para la ejecución de Seis Sigma se definieron los siguientes roles:

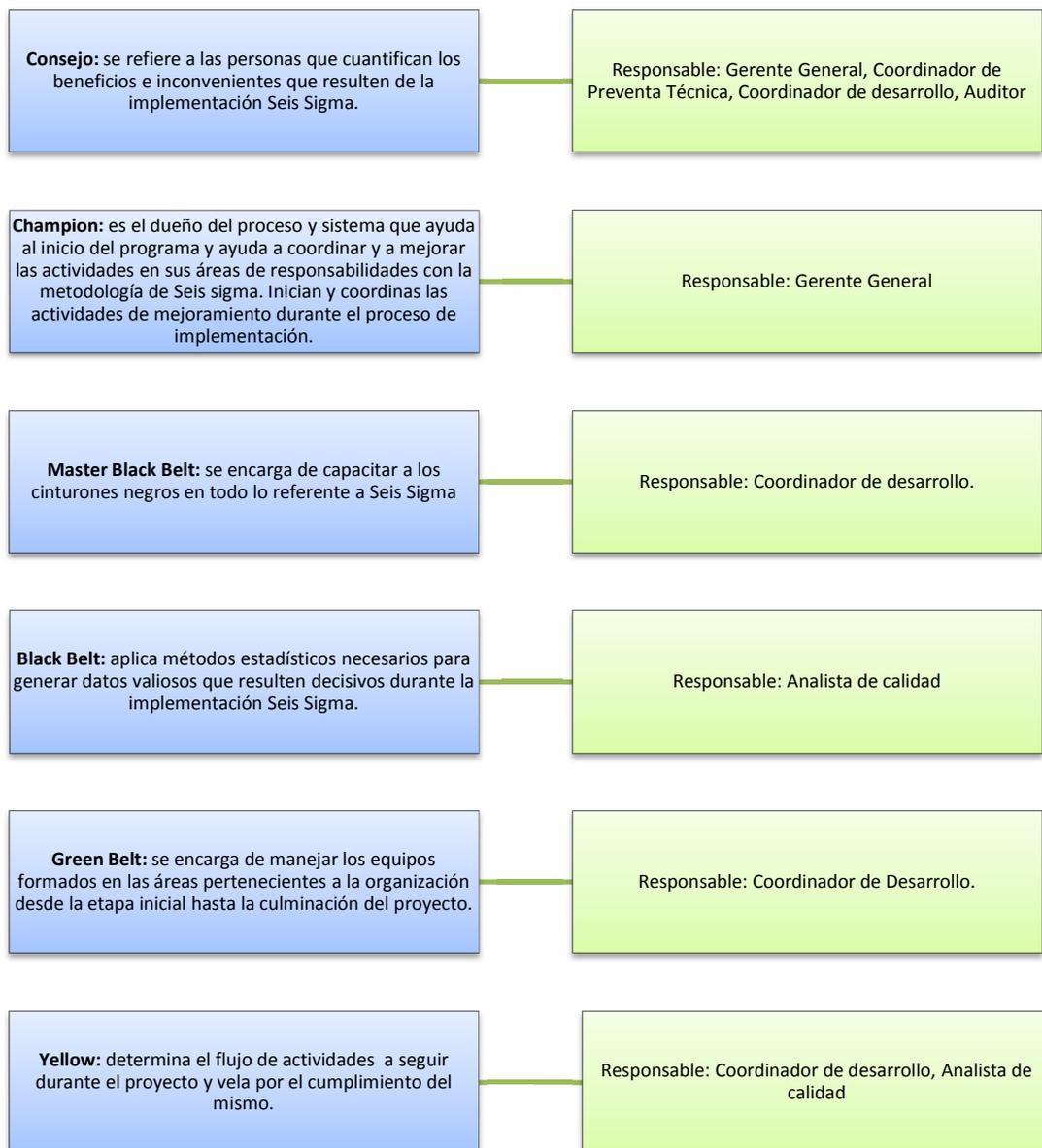
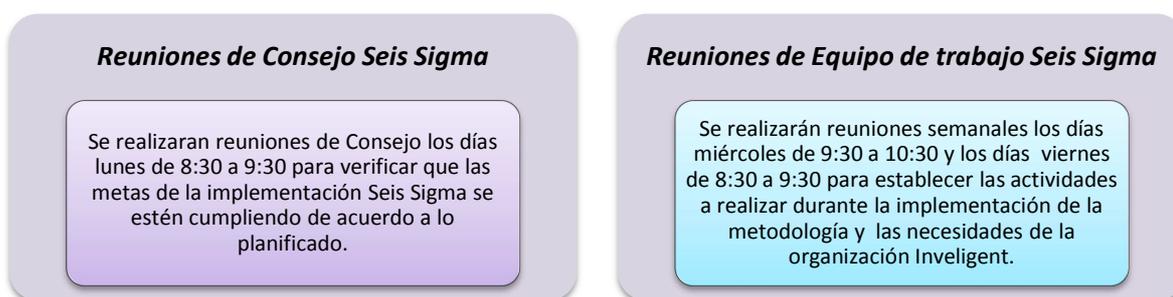


Figura 4. 2 Equipo de trabajo Seis Sigma

Los valores que poseen el equipo de trabajo Seis Sigma son:



**Figura 4. 3 Valores del equipo de trabajo**



**Figura 4. 4 Frecuencia de reuniones**

#### 4.1.1.3 Establecer un resumen del proyecto

En este punto se utilizará una Carta del proyecto que es un documento que define la misión del equipo, alcance de la operación, objetivos, programa y consecuencias, el cual es autorizado por la Gerencia de la Empresa.

**Cuadro 4. 1 Carta de Proyecto Seis Sigma**

<b>CARTA DEL PROYECTO</b>			
<b>Producto o Servicio Impactado</b>	<i>Ciclo de vida del software</i>	<b>Ahorro esperado del proyecto (\$)</b>	<i>No especificado</i>
<b>Cinturón Negro o Cinturón Verde</b>	<i>Coordinador de Desarrollo</i>	<b>Unidad de negocio</b>	<i>Software</i>
<b>Campeón</b>	<i>Gerente General</i>	<b>Número de teléfono del responsable</b>	<i>087595367</i>
<b>Maestro Cinturón Negro</b>	<i>Coordinador de venta Técnica</i>	<b>Email del responsable</b>	<i>raquel_iza140@hotmail.com</i>
<b>Fecha de inicio</b>	<i>jue 21/07/11</i>	<b>Fecha de culminación del proyecto</b>	<i>jue 15/12/11</i>

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Carta del equipo</b>		
<b>1. Proceso:</b>	Proceso en el que existe la oportunidad.	Implementación de la metodología Seis Sigma en el área de desarrollo.		
<b>2. Descripción del proyecto: ¿Cuál es el “Problema Práctico”</b>	Planteamiento y meta del problema (propósito del proyecto)	Implementar una metodología que permita mejorar la calidad en cada fase del ciclo de vida del software, que permita llevar a cabo un cambio en la empresa, involucrando a todo su personal en una nueva cultura en la que se puedan lograr mejoras en los aspectos de: orden, organización, buena comunicación, estandarización, mejor estimación de tiempos, y crear así una disciplina que permita elevar considerablemente el rendimiento de la empresa, además de aportar no sólo al cliente final, sino a los mismos clientes que se tienen dentro de la empresa; un producto de alta calidad mejorado desde su planeación hasta su entrega.		
<b>3. Objetivo:</b>	¿Qué mejoras se tiene como objetivo y cuál será el impacto sobre cada una de ellas?	<b>Métricas del proyecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
		Métrica 1	Tiempo	<b>Días u horas</b>
		Métrica 3	Calidad	<b>%</b>
		Métrica 2	Costo	<b>\$</b>
<b>4. Caso de Negocio:</b>	Justificación.	<p>Inveligent, reconoce la necesidad de implementar una metodología que permita mejorar la calidad del desarrollo de software, de ahí la justificación de concebir la función e importancia de tener un instrumento de trabajo que permita llenar las expectativas de los clientes, de manera que se encuentren satisfechos con los servicios que brinda la empresa, siendo los clientes un factor de vital importancia y generadores de grandes beneficios.</p> <p>La implementación de esta metodología ayudará a reducir los defectos, errores y fallas durante todo el ciclo de vida del software, mediante el uso de los datos generados por los procesos y el análisis estadístico y la utilización de varias herramientas de calidad incorporadas a una metodología de calidad total, así como en una continua y cuidadosa atención por parte de la alta dirección para administrar, mejorar y rediseñar los procesos de la empresa en el área de desarrollo.</p>		

<b>5. Miembros del equipo:</b>	Nombres y roles de los miembros del equipo?	Campeón: Gerente General Maestro Cinturón Negro: Coordinador de desarrollo Cinturón Negro: Analista de calidad Cinturón Amarillo: Coordinador de desarrollo – Analista de calidad	
<b>6. Alcance del proyecto:</b>	¿Qué parte del proceso será excluido?	No existen procesos que se deban excluir.	
<b>7. Beneficios para los clientes externos:</b>	¿Quiénes son los clientes externos, qué beneficios obtendrán?	Entre los clientes finales se tienen: empresas de manufactura, de producción, comerciales, industriales. Algunos de los beneficios que obtendrán los clientes finales están: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatización de procesos mediante un software de calidad.</li> <li>- Satisfacción al contratar productos o servicios nuevos.</li> <li>- Mejora de la productividad de su empresa con un software estable y robusto.</li> </ul>	
<b>8. Programación de actividades:</b>	Dar a las fases más importantes fechas.	Inicio del Proyecto	<b>jue 21/07/11</b>
	M- Medición	"M" Completada	<b>jue 27/10/11</b>
	A- Análisis	"A" Completada	<b>jue 10/11/11</b>
	I- Mejora	"I" Completada	<b>jue 24/11/11</b>
	C- Control	"C" Completada	<b>vie 09/12/11</b>
	Note: Programar revisiones de equipo semanales.	Reuniones de revisión	<b>Miércoles de 9:30 – 11:30</b> <b>Viernes de 8:30 – 9:30</b>
		Finalización del proyecto	<b>jue 15/12/11</b>
		Seguimiento	<b>Lunes 18/12/2011</b>
<b>9. Soporte Requerido:</b>	¿Se necesitan algunas capacitaciones especiales, hardware, software, procesos, etc.?	Se realizaran capacitaciones sobre la metodología Seis Sigma y sobre las herramientas de calidad y estadísticas que se utilizaran.	

#### 4.1.1.4 Desarrollar el plan de proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor
<b>☐ FASE III: MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>17 días</b>	<b>lun 05/09/11</b>	<b>mar 27/09/11</b>	<b>20,8</b>
Antecedentes de la empresa Inveligent	2 días	lun 05/09/11	mar 06/09/11	
Datos generales de la empresa	2 días	mié 07/09/11	jue 08/09/11	22
Misión de Inveligent	1 día	vie 09/09/11	vie 09/09/11	23
Visión de Inveligent	1 día	lun 12/09/11	lun 12/09/11	24
Valores corporativos	1 día	mar 13/09/11	mar 13/09/11	25
Organigrama	2 días	mié 14/09/11	jue 15/09/11	26
Descripción de funciones	3 días	vie 16/09/11	mar 20/09/11	27
Características de la operación de la empresa	5 días	mié 21/09/11	mar 27/09/11	28
<b>☐ FASE IV: CASO PRÁCTICO</b>	<b>52 días</b>	<b>mié 28/09/11</b>	<b>jue 08/12/11</b>	<b>29,20</b>
Introducción	1 día	mié 28/09/11	mié 28/09/11	
Metodología DMAIC	1 día	jue 29/09/11	jue 29/09/11	31
Fase de definición	10 días	vie 30/09/11	jue 13/10/11	32
Fase de medición	10 días	vie 14/10/11	jue 27/10/11	33
Fase de Análisis	10 días	vie 28/10/11	jue 10/11/11	34
Fase de Mejora	10 días	vie 11/11/11	jue 24/11/11	35
Fase de Control	10 días	vie 25/11/11	jue 08/12/11	36
<b>☐ FASE V: INFORME FINAL</b>	<b>5 días</b>	<b>vie 09/12/11</b>	<b>jue 15/12/11</b>	<b>37,29</b>
Entregables / Informe del proyecto	5 días	vie 09/12/11	jue 15/12/11	
Conclusiones y recomendaciones	5 días	vie 16/12/11	jue 22/12/11	

Figura 4. 5 Cronograma de trabajo

#### 4.1.1.5 Identificar clientes

A continuación se detallan los clientes internos y externos en la empresa Inveligent



**Figura 4. 6 Identificación de Clientes**

Para la implementación de Seis Sigma en la empresa Inveligent el cliente externo será el Área de Desarrollo puesto que se desea mejorar la calidad durante el ciclo de desarrollo del software.

#### 4.1.1.6 Identificar entradas y salidas de procesos

**Tabla 4. 1 Entradas y salidas fase de Venta y contratación**

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de necesidades del cliente.</li> <li>• Presentación de DEMO de la aplicación.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Generar contrato.</li> <li>2. Generar propuesta técnica.</li> <li>3.-Generar acta de paso a desarrollo.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato Firmado.</li> <li>• Propuesta técnica.</li> <li>• Acta de paso a desarrollo.</li> </ul>	<p>Cliente externo</p>

**Tabla 4. 2 Entradas y salidas fase de Análisis**

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato Firmado.</li> <li>• Propuesta técnica.</li> <li>• Acta de paso a desarrollo.</li> <li>• Identificación de las personas involucradas , conocimiento de la aplicación, actividades que realizan los usuarios.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Generar plan de trabajo</li> <li>2. Identificar necesidades del usuario</li> <li>3.- Determinar requerimientos del cliente.</li> <li>4.- Generar diseño estructural de la base de datos.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de requerimientos de software.</li> <li>• Modelo físico de la base de datos.</li> </ul>	Cliente externo

**Tabla 4. 3 Entradas y salidas fase de Diseño**

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de requerimientos de software.</li> <li>• Modelo físico de la base de datos.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Generar diseño de la solución e interfaces.</li> <li>2. Revisión y aprobación del cliente.</li> <li>3.- Generar cronograma.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos de diseño de software</li> <li>• (Casos de uso, diagramas de procesos, diagramas de pantallas).</li> </ul>	Cliente externo

**Tabla 4. 4 Entradas y salidas fase de programación**

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos de diseño del software.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Creación de código fuente</li> <li>2. Creación de interfaces</li> <li>3.- Pruebas unitarias.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código fuente de módulos ya validados. (Versión Beta)</li> </ul>	Cliente externo

**Tabla 4. 5 Entradas y salidas fase de Pruebas**

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código fuente de módulos ya validados.</li> <li>• (Versión Beta.)</li> <li>• Documento de requerimientos del software.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Pruebas de integración y validación.</li> <li>2. Corrección de errores.</li> <li>3.-Elaboración de manuales.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software completo y listo para usar.</li> <li>• (Versión 1)</li> <li>• Manuales técnicos y de usuario.</li> </ul>	Cliente externo

**Tabla 4. 6 Entradas y salidas fase de Implementación**

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema completo y listo para usar.</li> <li>• (Versión 1).</li> <li>• Manuales técnicos y de usuario.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Instalación.</li> <li>2.- Uso en paralelo.</li> <li>3.- Nuevos requerimientos, correcciones y modificaciones.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software respondiendo a las necesidades actuales.</li> <li>• (Versión Final)</li> </ul>	Cliente externo

#### 4.1.1.7 Identificar y priorizar requerimientos del cliente

Para determinar y priorizar los requerimientos del cliente se van a seguir los siguientes pasos:

- a) Se requiere conocer quién es el cliente, la persona o actividad que será la que se vea beneficiada por la terminación exitosa de este proyecto de mejora.

Para el presente trabajo el cliente será aquella empresa que hace la compra del sistema de automatización y está interesada en obtener un mejor rendimiento en su centro de distribución.

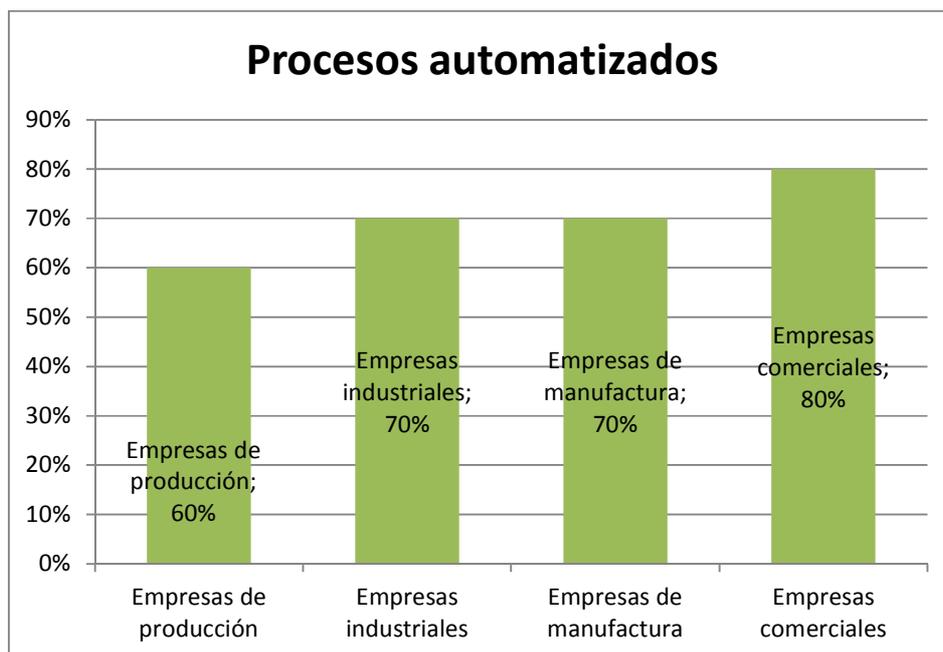
- b) Lo que sigue después es el conocer que es lo que busca el cliente es decir su “voz”. Para este caso el cliente lo que busca es:

*“Mejorar y agilizar sus procesos para aumentar la productividad y reducir los costos operacionales”*

Inveligent para identificar los requerimientos del cliente realizó una encuesta de evaluación de servicio a usuarios a varias empresas, en donde se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 4. 7 Porcentajes de empresas con procesos automatizados**

¿En qué porcentaje se encuentran sus procesos automatizados?	
<b>Empresas de producción</b>	60
<b>Empresas industriales</b>	70
<b>Empresas de manufactura</b>	70
<b>Empresas comerciales</b>	80

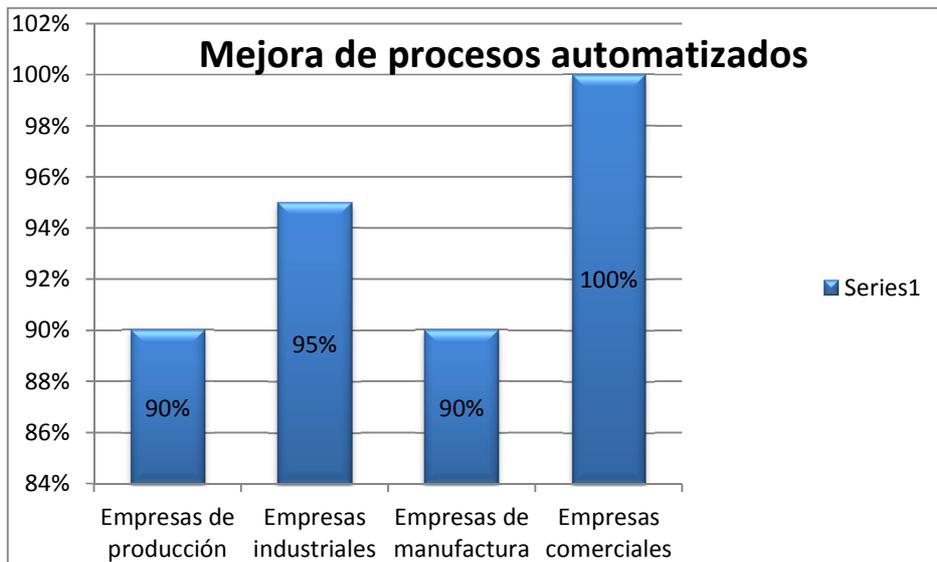


**Figura 4. 7 Porcentajes de procesos automatizados**

Al analizar los datos de la Figura 4.7 se tiene que las todas las empresas entrevistadas tienen aún procesos manuales, pero las que cuentan con mayor número de procesos manuales en la actualidad son las empresas de producción.

**Tabla 4. 8 Porcentajes de empresas con procesos automatizados**

¿En qué porcentaje considera usted que mejorará sus procesos automatizándolos?	
<b>Organizaciones de producción</b>	90%
<b>Organizaciones industriales</b>	95%
<b>Organizaciones de manufactura</b>	90%
<b>Organizaciones comerciales</b>	100%



**Figura 4. 8 Porcentajes de procesos automatizados mejorados**

De los datos obtenidos se puede deducir que el 5% de las empresas no asegura que los procesos automatizados mejoran al 100%; por más que un proceso se automatice siempre va a depender de la operatividad de los usuarios.

#### **Aspectos críticos del cliente**

En base a la documentación de proyectos anteriores de software de Tipo WMS para bodegas, Conteo Cíclico, Fuerza de Ventas y préstamo de herramientas se procedió a determinar los requerimientos críticos del cliente que se han presentado.

Primeramente se plasmó la voz del cliente. Traduciéndola en los aspectos críticos de los clientes y al final se transformaron en requerimientos críticos para el cliente.

#### Voz del cliente.

- Los procesos automatizados funcionan mejor.
- Los operadores no son totalmente honestos.
- Los operadores tienden a cometer errores.

#### Aspectos críticos del cliente.

- Se debe adquirir sistemas sin errores.
- El sistema debe ser amigable para el usuario.
- Los procesos automatizados deben tardar menos tiempo del actual y optimizar recursos.
- Al optimizar los procesos la productividad debe aumentar.
- Se debe cumplir con los cronogramas establecidos inicialmente.
- El paso de información entre los sistemas no debe tener errores.
- No se deben omitir procesos durante el levantamiento de información.
- Si aparecen errores se deben corregir inmediatamente.
- Establecer tiempo para soporte técnico.
- Compromisos con los requerimientos solicitados.

#### Críticos para el cliente.

- Sistemas cero errores.
- Sistemas fáciles de usar.
- Sistemas eficaces.
- Sistemas de calidad.
- Sistemas con valor agregado.
- Sistemas que ayudan a ahorrar recursos humanos, materiales.
- Sistemas que reducen los costos de operación.

### **Figura 4. 9 Identificación y priorización de requerimientos del cliente**

INVELIGENT para determinar los requerimientos del cliente utiliza las siguientes herramientas:

- **Entrevistas:** se planifican entrevistas por rol y área con el objetivo de relevar los aspectos característicos de la operación de cada uno. El cubrimiento de actividades de las áreas se realiza desde todas las perspectivas de roles identificados, abarcando coordinadores comerciales, coordinación logística, crédito y cobranza, gestión en campo y distribución. Adicionalmente se realizan validaciones con los niveles de coordinación para aprobar los hallazgos y así asegurar la calidad de la información levantada.
- **Revisión de procesos:** Se revisan los procesos utilizados actualmente desde las perspectivas de análisis y de mejoras sugeridas por los usuarios considerando:
  - Identificación de prioridades de negocio.
  - Procesos y tareas ejecutadas.
  - Revisión de artefactos utilizados actualmente.
  - Identificación de limitaciones de la operación.
  - Identificación de requerimientos de software y hardware especializado para optimizar la gestión de la empresa.Adicionalmente se realizan acompañamientos para constatar la ejecución de los diferentes procesos.
- **Gestión de cambio:** En cada entrevista se hace una revisión de la cultura organizacional respecto al cambio; se puede evidenciar que en general existe en el equipo de trabajo una buena predisposición hacia la introducción de mejoras.

- **Matriz de criticidad de procesos:** Permite hacer un diagnóstico de primer nivel de los procesos, hace ponderaciones basadas en la importancia, desempeños entre otros.
- Se define el grado de criticidad y se utiliza un esquema de colores (semáforo) para distinguir 3 niveles de criticidad: baja, media y alta.
- **Medición de madurez:** permite “calificar” la madurez de los diferentes procesos en 5 niveles. Los niveles son: 1- inicial, 2- repetible, 3-definido, 4- administrado, 5- optimizado.

A continuación se presenta una encuesta que se debe ser llenada por el equipo de trabajo que va a desarrollar un sistema, para determinar el servicio de software que requiere el cliente, está encuesta fue elaborada por el equipo de trabajo Seis Sigma de la empresa Inveligent.

#### LA DEFINICIÓN DE REQUISITOS SEIS SIGMA

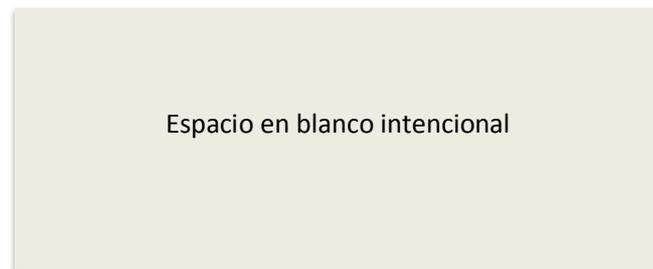
- Identifique el tipo de cliente que solicita el producto o servicio software, teniendo en cuenta el sector al que pertenece.
- Verifique la fuente de datos (las entradas de los clientes) e identifique la importancia de estos para el desarrollo de la aplicación.
- Identifique los métodos para la identificación de los requisitos del sistema.
- Elabore una lista de requisitos del sistema que se va a desarrollar; los cuales deben ser observables, medibles y cuantificables.
- Elabore la lista final de requisitos del sistema que se va a desarrollar. La cual debe ser aprobada por el cliente.

**Figura 4. 10 Definición de requisitos Seis Sigma**

#### **4.1.1.8 Documentar el proceso en curso**

Se pudo identificar la existencia de diferentes procesos que rigen la operación de Inveligent, se detectó que no existe información documental sobre los procesos, su descripción e indicadores.

Los siguientes gráficos muestran los procesos que se realizan durante el desarrollo de software:



Organización	Hoja 1 de 1	Preparado por	Fecha	Última revisión
Inveligent		Raquel Iza		
Proceso	Fase de Análisis	Aprobado por	Fecha	Versión
		Equipo de trabajo Seis Sigma	09/11/2011	2

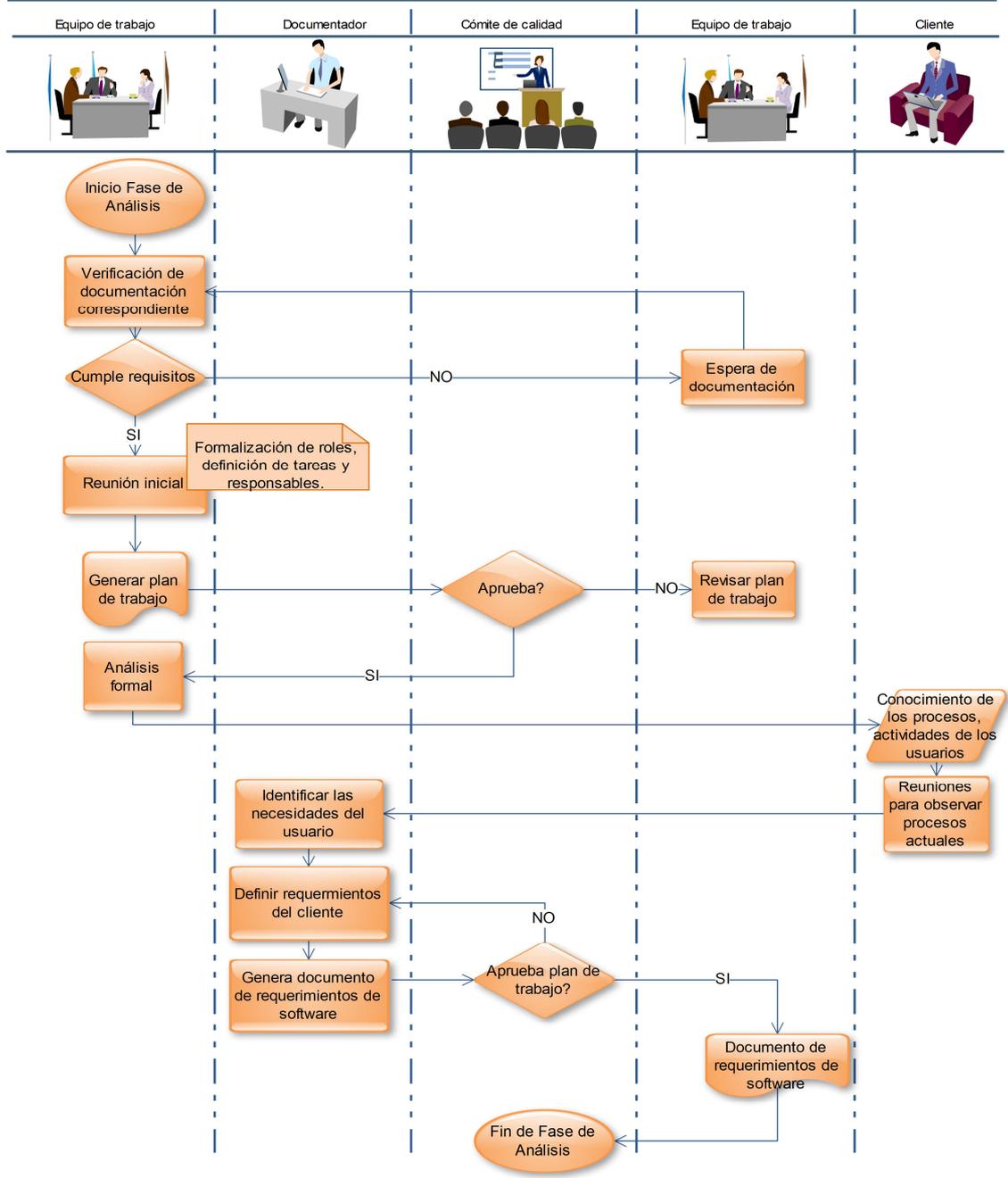


Figura 4. 11 Diagrama de procesos fase de Análisis

Organización Inveligent	Hoja 1 de 2	Preparado por Raquel Iza	Fecha	Última revisión
Proceso Fase de Diseño		Aprobado por Equipo de trabajo Seis Sigma	Fecha 09/11/2011	Versión 2

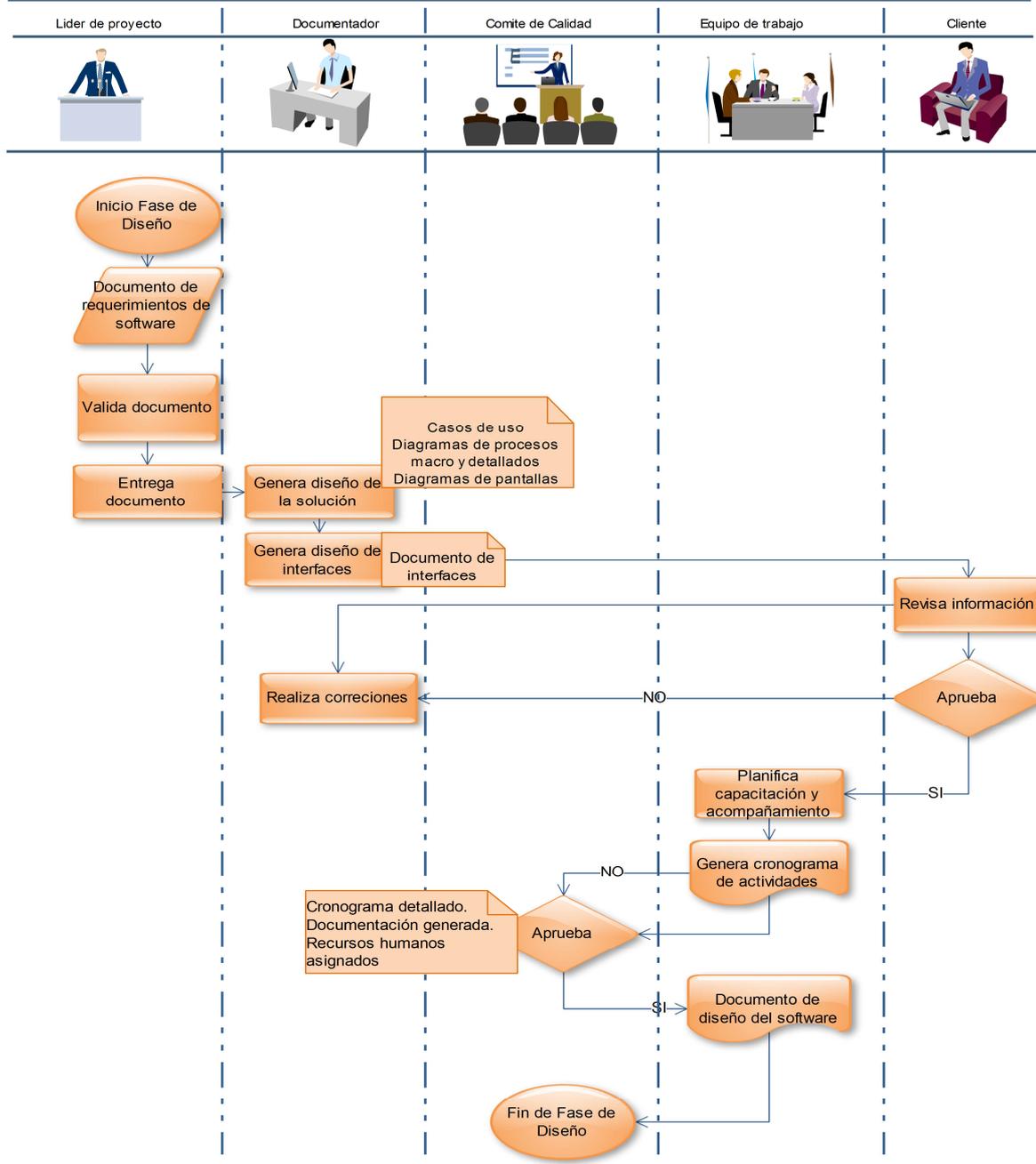
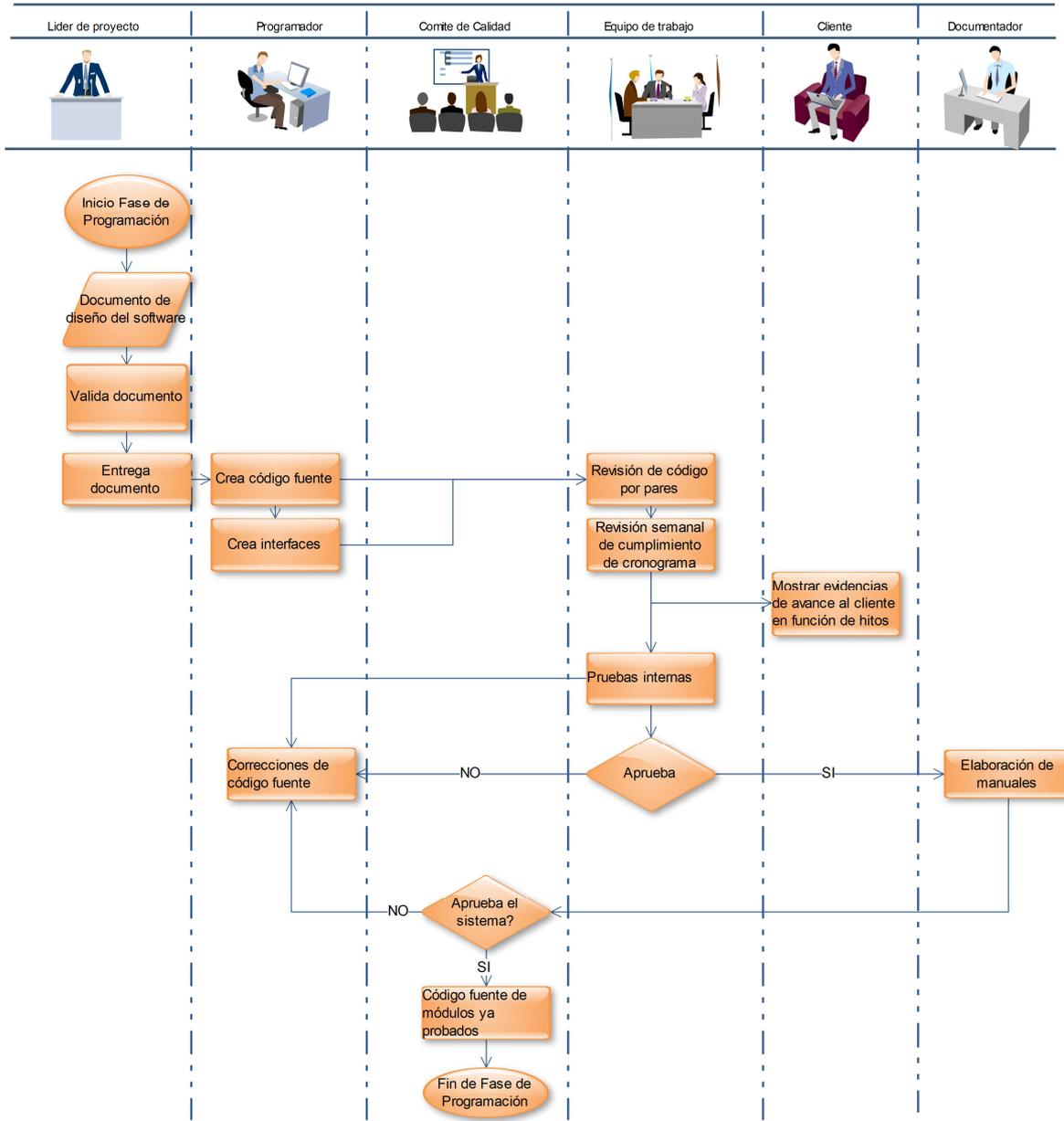


Figura 4. 12 Diagrama de procesos fase de Diseño

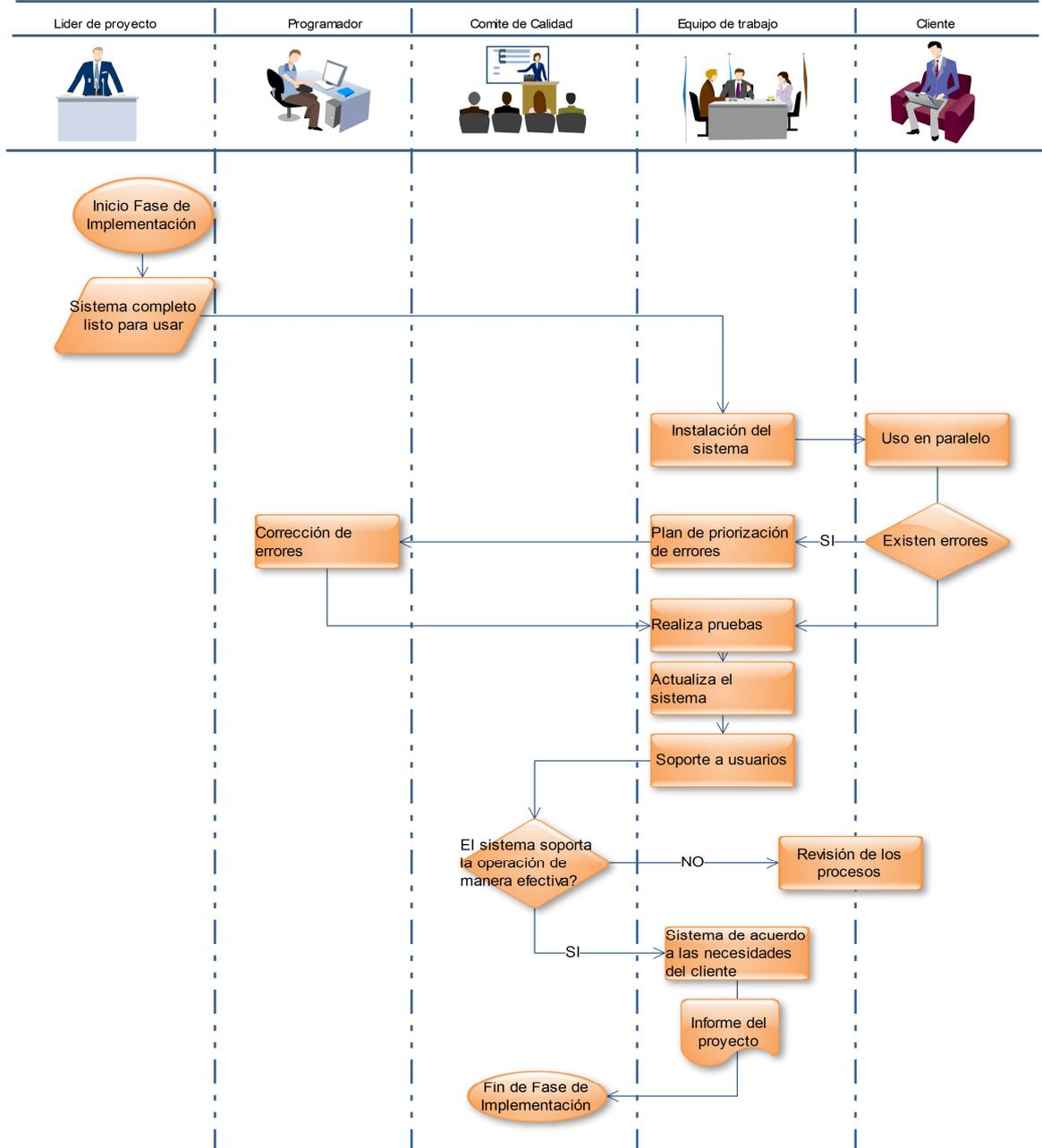
Organización	Hoja 1 de 2	Preparado por	Fecha	Última revisión
Inveligent		Raquel Iza		
Proceso		Aprobado por	Fecha	Versión
Fase de Implementación		Equipo de trabajo Seis Sigma	09/11/2011	2



**Figura 4. 13 Diagrama de proceso fase de Programación**



Organización	Hoja 1 de 2	Preparado por	Fecha	Última revisión
Inveligent		Raquel Iza		
Proceso		Aprobado por	Fecha	Versión
Fase de mantenimiento		Equipo de trabajo Seis Sigma	09/11/2011	2



**Figura 4. 15 Diagrama de procesos fase de Implementación**

### **Personal**

- El área de desarrollo está conformado por 12 personas, cada persona ocupa un rol distinto dependiendo el proyecto en el cual este asignado.

**Figura 4. 16 Miembros del área de desarrollo**

### **Software Aplicativo**

- Para desarrollar sus aplicaciones tanto web como en dispositivos móviles la empresa utiliza las herramientas Microsoft .NET y SQLServer.
- Adicionalmente utilizan el programa Mantis para reportar los bugs que se encuentren en las aplicaciones antes de ser entregadas al cliente.

**Figura 4. 17 Herramientas que se utiliza en el área de desarrollo**

#### **4.1.1.9 Identificación de variables**

A continuación se presenta un listado de variables las cuales fueron analizadas y determinadas con el equipo de trabajo Seis Sigma y el área de desarrollo.

#### **Cuadro 4. 2 Variable N° 1 Retraso en Actividades**

##### **VARIABLE 1: RETRASO EN ACTIVIDADES**

**DEFINICIÓN.- Retraso en las actividades durante cada una de las fases del desarrollo de software en del área de desarrollo de la empresa Inveligent.**

**SUBVARIABLE: Retraso en el cronograma enviado al cliente.**

**INDICADOR:**

**Nombre: Retraso**

**Atributo: 1, 2, 3, etc.**

**Unidad: días**

**Unidad Operativa: Días de retraso desde la fecha planificada hasta la fecha de entrega del sistema completo.**

#### **Cuadro 4. 3 Variable N° 2 Motivación del personal Contratado**

##### **VARIABLE 2: MOTIVACIÓN DEL PERSONAL CONTRATADO**

**DEFINICIÓN: Grado de satisfacción del personal contratado.**

**SUBVARIABLE: nivel de satisfacción del personal contratado respecto al clima laboral, infraestructura y remuneración.**

**INDICADOR:**

**Nombre: Motivación Personal**

**Atributo: 0-20**

**Unidad: puntos**

**Unidad Operativa: Calificación de encuesta de satisfacción del personal.**

#### **Cuadro 4. 4 Variable N° 3 Condiciones de salud ocupacional.**

##### **VARIABLE 3: SALUD OCUPACIONAL**

**DEFINICIÓN: Condiciones de salud ocupacional.**

**SUBVARIABLE: ausencia laboral por causa de enfermedades contraídas en el sector donde se encuentra ubicada el área de desarrollo**

**INDICADOR:**

**Nombre: Salud**

**Atributo: 1, 2, 3,...**

**Unidad: veces**

**Unidad Operativa: Número de faltas de trabajo en el mes por motivo de enfermedad.**

#### **Cuadro 4. 5 Variable N° 4 Calidad de la comunicación**

##### **VARIABLE 4: CALIDAD DE LA COMUNICACIÓN**

**DEFINICIÓN: nivel de comunicación del personal que labora en el área de desarrollo.**

**SUBVARIABLE:** errores debido a la mala comunicación.

**INDICADOR:**

**Nombre:** Comunicación

**Atributo:** 1, 2, 3,...

**Unidad:** veces

**Unidad Operativa:** Número de errores en cada fase del ciclo de desarrollo del software por la mala comunicación.

#### Cuadro 4. 6 Variable N° 5 Reprocesos

**VARIABLE 5: REPROCESOS**

**DEFINICIÓN:** reproceso de actividades durante el ciclo de desarrollo del software.

**SUBVARIABLE:** reproceso de actividades durante el ciclo de desarrollo del software debido a errores desde la etapa inicial hasta la fase final.

**INDICADOR:**

**Nombre:** Reprocesos

**Atributo:** 0, 1, 2...

**Unidad:** veces

**Unidad Operativa:** Número de veces que el cliente solicita correcciones procesos realizados por la empresa al mes.

#### Cuadro 4. 7 Variable N° 6 Desempeño

**VARIABLE 6: DESEMPEÑO**

**DEFINICIÓN:** nivel de desempeño en actividades técnicas por parte de los desarrolladores del área de desarrollo.

**SUBVARIABLE:** calificación técnica trimestral

**INDICADOR:**

**Nombre:** Desempeño

**Atributo:** Se analizan 5 puntos en un porcentaje de 500%

**Unidad:** porcentaje

**Unidad Operativa:** Calificación trimestral.

#### Cuadro 4. 8 Variable N° 7 Mala Organización de Recursos Humanos

##### **VARIABLE 7: MALA ORGANIZACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

**DEFINICIÓN:** mala organización de recursos en el área de desarrollo.

**SUBVARIABLE:** mala organización de recursos al empezar un proyecto.

**INDICADOR:**

**Nombre:** Mala Organización

**Atributo:** 0, 1, 2....

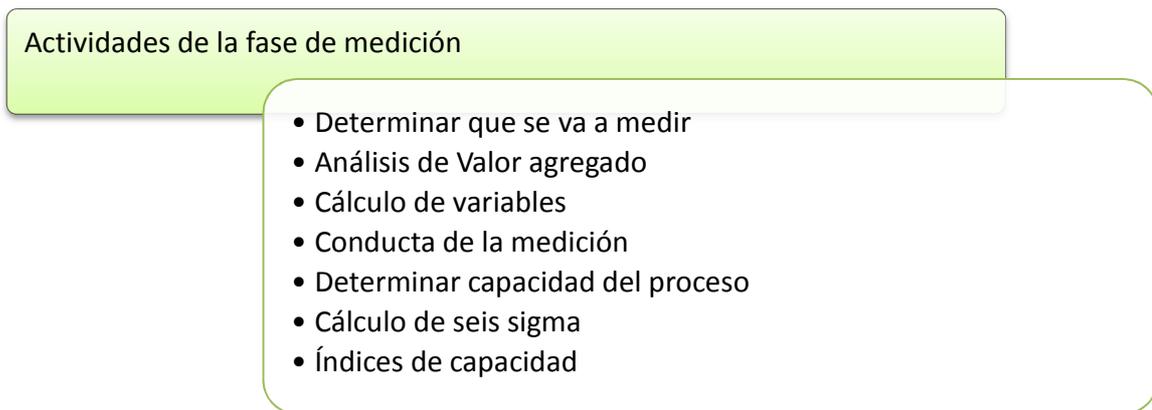
**Unidad:** dólares

**Unidad Operativa:** valoración de actividades que realiza cada persona durante la semana.

#### 4.1.2 Fase de medición

En esta etapa se identificó los tipos de medición y como se relacionan a los requerimientos críticos del cliente. Se identifican indicadores de entrada, proceso y salida.

Es necesario medir los eventos que llevan a los resultados de salida para un proceso de control y mejora eficaz. Estas medidas, se nombran indicadores de proceso, se enfocan en capturar más información detallada en calidad y tiempo que debe correlacionar medidas de salida pertinentes.



**Figura 4. 18 Actividades de la fase de medición**

#### 4.1.2.1 Determinar que se va a medir

Se han priorizado los siguientes factores como los más críticos:

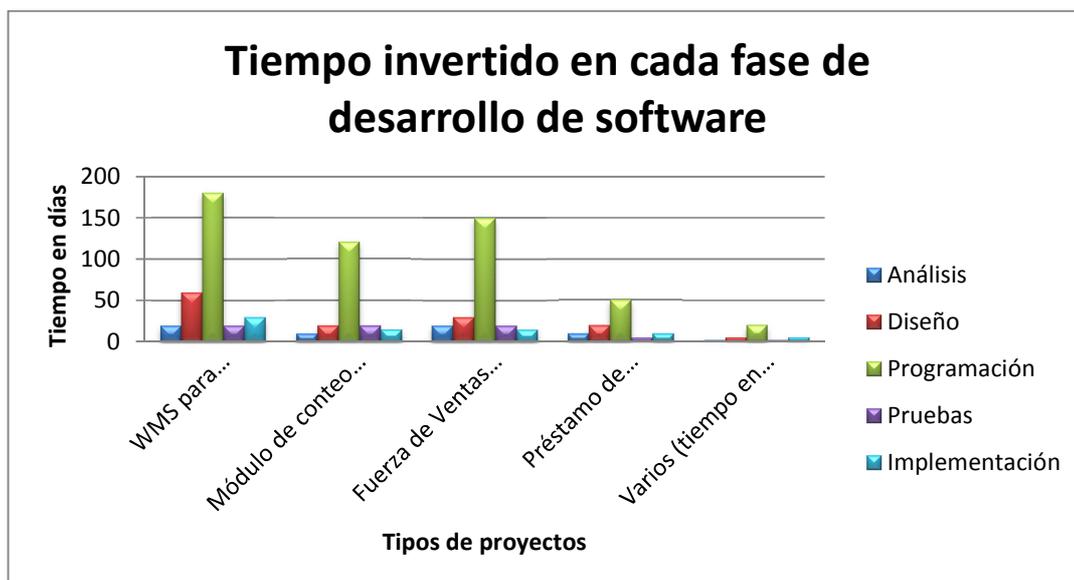
- Tiempo en días
- Humano
- Metodología

A continuación se muestran los diferentes diagramas de pastel para los factores críticos durante el desarrollo de software tomando en cuenta los tipos de sistemas:

#### Factor tiempo

**Tabla 4. 9 Tiempo invertido durante las fases de desarrollo de software**

Fases de desarrollo de software	WMS para bodegas (tiempo en días)	Módulo de conteo cíclico (tiempo en días)	Fuerza de Ventas (tiempo en días)	Préstamo de herramientas (tiempo en días)	Varios (tiempo en días)
Análisis	20	10	20	10	2
Diseño	60	20	30	20	5
Programación	180	120	150	50	20
Pruebas	20	20	20	5	2
Implementación	30	15	15	10	5



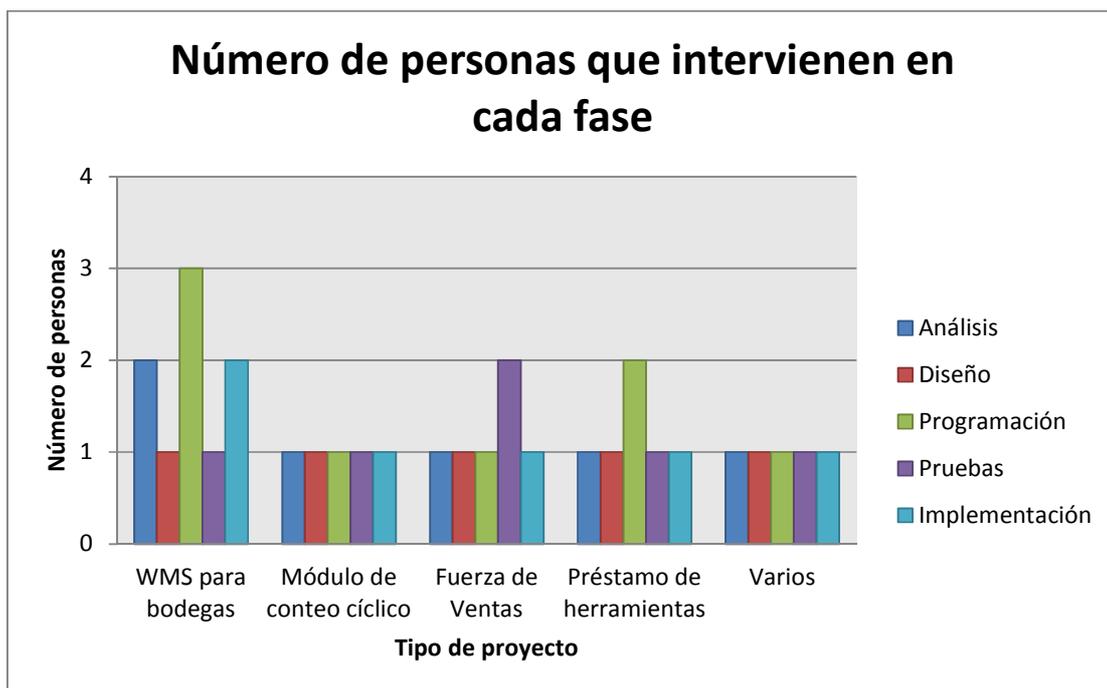
**Figura 4. 19 Tiempo invertido durante las fases de desarrollo de software**

Del análisis realizado se tiene sin importar el tipo de proyecto todos tienen el porcentaje más alto de tiempo en días durante la fase de programación con respecto al resto de fases; dependiendo el tipo de proyecto el tiempo invertido en cada fase hace referencia al tamaño del proyecto, de los cinco tipos de proyectos analizados se puede observar que el tipo de proyecto WMS para bodegas es el proyecto que más tiempo utiliza en la fase de programación por ser el de mayor tamaño.

### Factor humano

**Tabla 4. 10 Número de personas que intervienen durante la fase de desarrollo**

Fases de desarrollo de software	WMS para bodegas	Módulo de conteo cíclico	Fuerza de Ventas	Préstamo de herramientas	Varios
Análisis	2	1	1	1	1
Diseño	1	1	1	1	1
Programación	3	1	1	2	1
Pruebas	1	1	2	1	1
Implementación	2	1	1	1	1



**Figura 4. 20 Número de personas que intervienen durante la fase de desarrollo**

Del análisis realizado se tiene que todos los proyectos tienen el mayor número de personas durante la fase de programación con respecto al resto de fases, hay que tomar en cuenta que dependiendo el tipo de proyecto el número de personas varía.

De los cinco tipos de proyectos analizados se puede observar que el tipo de proyecto WMS para bodegas es el proyecto con mayor número de personas durante la fase de análisis y programación con respecto al resto de proyectos, es decir que este tipo de proyecto por su tamaño requiere más personas durante su desarrollo.

## Factor metodología

Tabla 4. 11 Porcentaje de utilización de la metodología Inv

Fases de desarrollo de software	Porcentaje de utilización de la metodología Inveligent
WMS para bodegas	80%
Módulo de conteo cíclico	50%
Fuerza de ventas	70%
Préstamo de herramientas	40%
Varios	30%

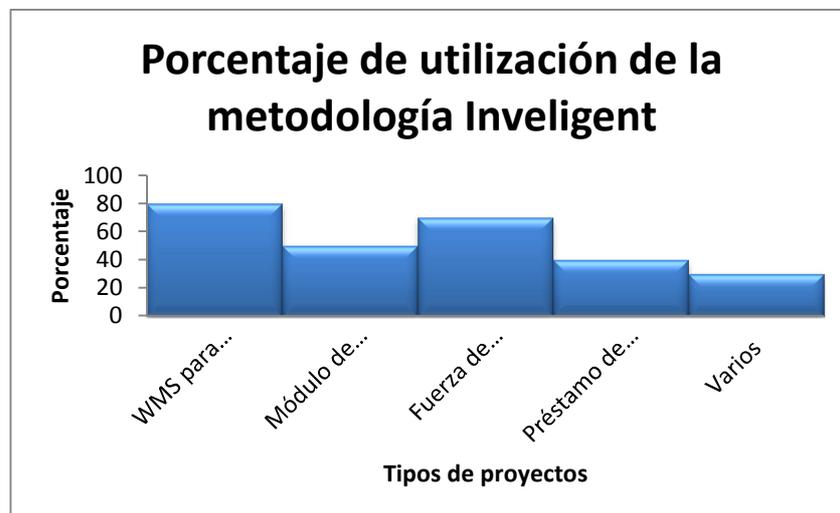


Figura 4. 21 Porcentaje de utilización de la metodología Inv

Del análisis realizado se tiene que el porcentaje más alto en cuanto a la utilización de la metodología Inveligent se encuentra en los proyectos WMS para bodegas seguido de Fuerza de Ventas el resto de proyectos no utilizan en su totalidad la metodología ya que por el hecho de ser pequeños hay procesos de la metodología que se omiten durante su desarrollo.

#### 4.1.2.2 Análisis de valor agregado de los procesos.

En las actividades realizadas durante el proceso de desarrollo de software se desglosa si agregan valor al cliente, a la operación o proceso o no tienen valor agregado para ninguno de los dos y por consecuencia incrementan los costos de la no calidad, por lo que es necesario analizar y replantearlas o eliminarlas.

**Tabla 4. 12 Análisis de valor agregado de los procesos de desarrollo de Sw**

Proceso analizado	Número de actividades o pasos evaluados	Número de actividades o pasos que agregan valor	Número de actividades o pasos que no agregan valor
Analisis de requerimientos	8	6(75%)	2(25%)
Diseño de la solución	7	6(85%)	1(15%)
Programación	10	8(80%)	2(20%)
Pruebas	13	0(0%)	0(0%)
Mantenimiento	8	0 (0%)	0(0%)
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>20(43%)</b>	<b>5(11%)</b>

Las actividades analizadas con el equipo de trabajo que no presentan valor para el área de desarrollo son las siguientes:

##### Fase de análisis

- La verificación de documentación la puede realizar el equipo de trabajo en conjunto en la misma reunión inicial.

- Aprobar una sola vez el plan de trabajo y trabajar durante el resto de fases de desarrollo del software con el mismo.

#### Fase de diseño

- El equipo de trabajo debe validar el documento de requerimientos de software para que no exista otra reunión y se comunique que todo esta correcto.

#### Fase de programación

- El equipo de trabajo debe validar el documento de requerimientos de software para que no exista otra reunión y se comunique que todo esta correcto.
- La revisión de código por pares no se la esta realizando debido a los cronogramas estrechos.

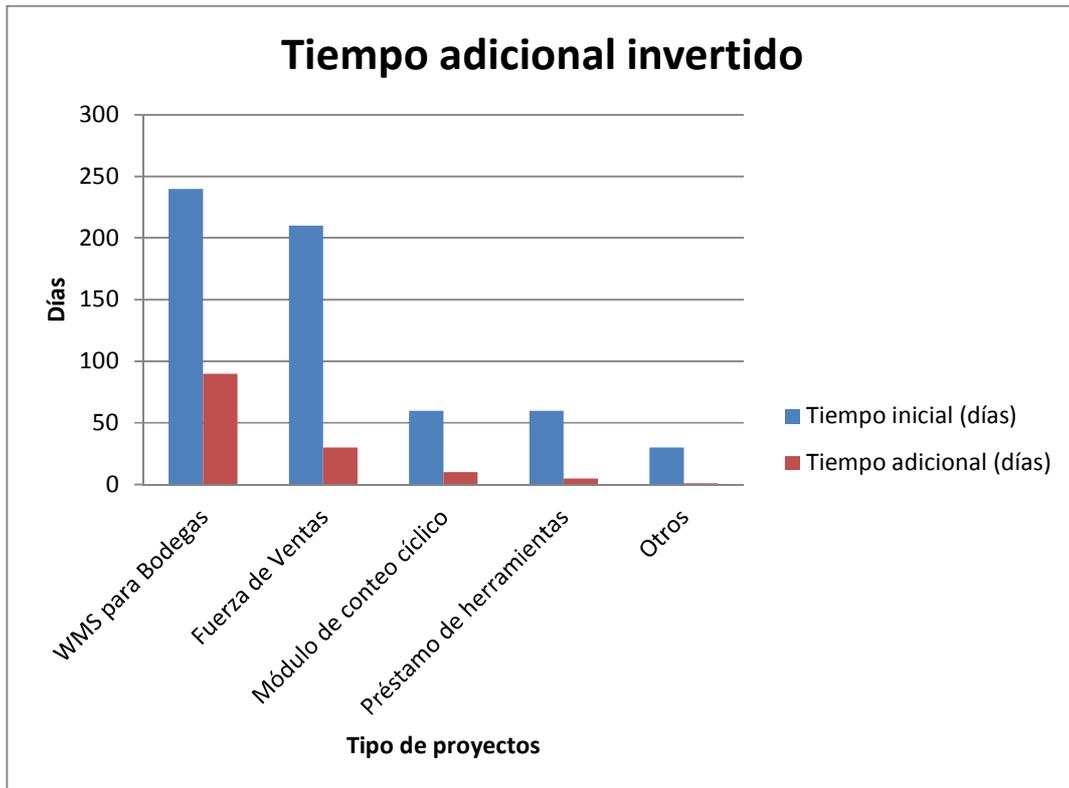
#### Fase de pruebas y mantenimiento

Las actividades que se estan realizando generan un valor agregado durante las dos fases, esto quiere decir que incrementan los costos de la calidad.

### **4.1.2.3 Cálculo de variables.**

#### **Días de retraso**

Para el análisis de esta variable se consideraron 6 proyectos entregados durante el año 2011. Se muestran se muestran los días de retraso desde la fecha planificada hasta la fecha de entrega del proyecto. De acuerdo a los resultados obtenidos Inveligent se retrasa en promedio de 3 meses en entregar el sistema al cliente. Dependiendo el tipo de proyecto se pueden tener 90 días de retraso en los proyectos grandes mientras que en los proyectos pequeños se pueden tener 5 días de retraso.



**Figura 4. 22 Tiempo adicional invertido durante el desarrollo de Sw**

### **Motivación del personal contratado**

Se han aplicado encuestas en los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2011 a los empleados del área de desarrollo de Inveligent, se obtiene esta variable que toma valores de 0 a 20, y que luego se categoriza en cuatro grupos: [(0,5), (6,10), (11,15), (16,20)].

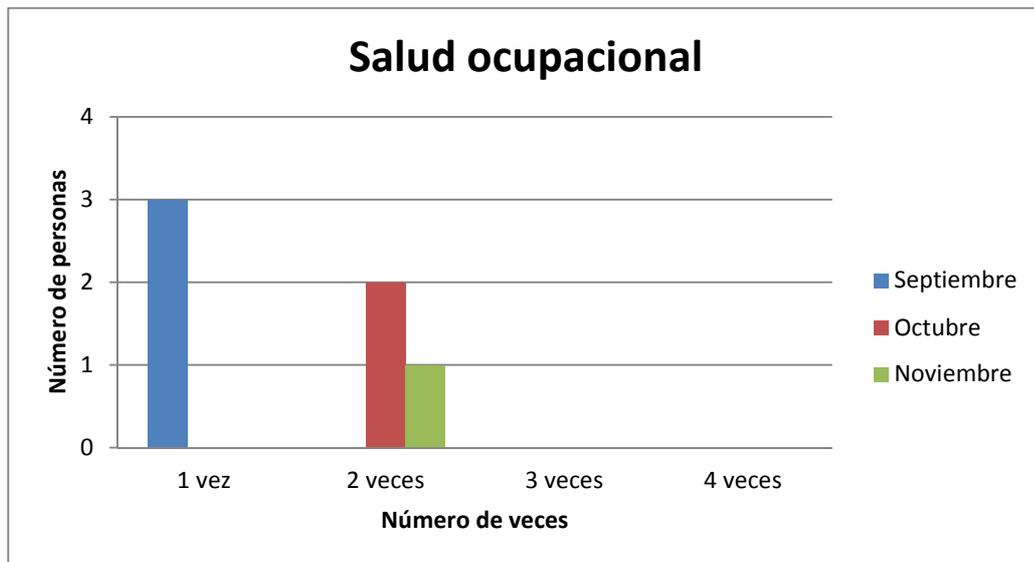


**Figura 4. 23 Motivación del personal contratado**

De acuerdo a los datos obtenidos se puede decir que el 47% de personas están de acuerdo en que la motivación del personal contrato se encuentra dentro del rango de puntuación de 11 a 15 puntos.

### **Salud Ocupacional**

Para la variable salud se consideró el registro de faltas mensuales por motivo de enfermedad adquirida por en personal del área de desarrollo, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2011.

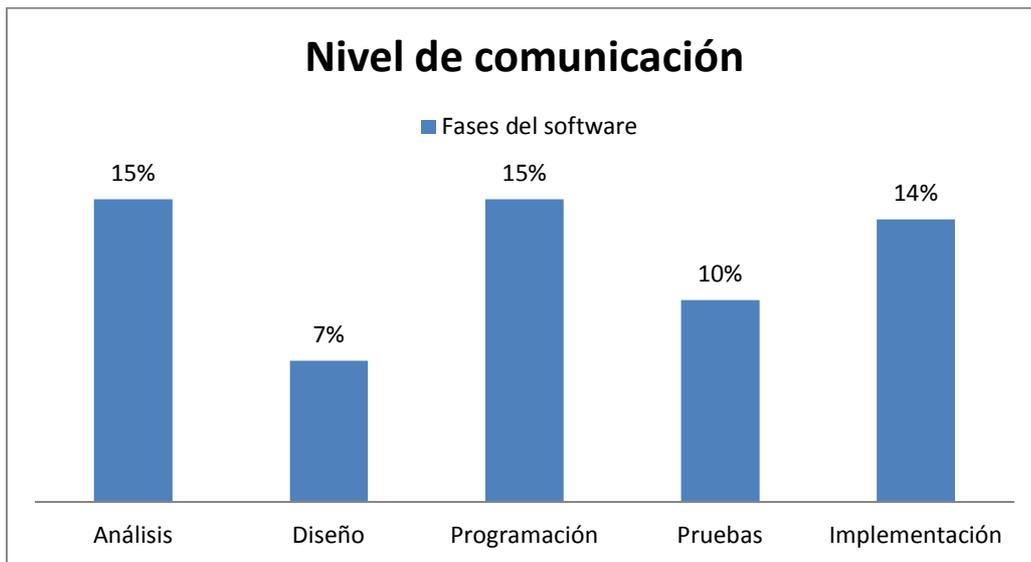


**Figura 4. 24 Salud ocupacional**

Al analizar esta variable se puede observar que los resultados son elevados solamente durante un mes es decir que las personas se están aclimatando al ambiente de trabajo; y que las enfermedades obtenidas en meses anteriores son debido al clima variable de Quito.

### **Calidad en la comunicación**

Para esta variable se consideró el número de errores a la semana por mala comunicación en los 3 proyectos WMS para bodegas. A partir del análisis estadístico se encontraron los siguientes resultados:

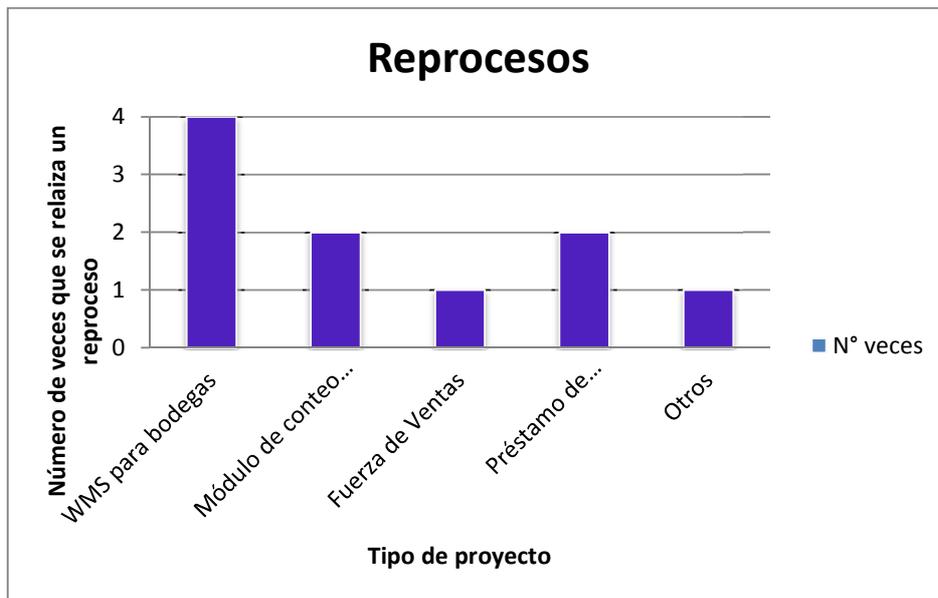


**Figura 4. 25 Nivel de comunicación en cada fase**

Del análisis realizado se tiene que la empresa debe reforzar su nivel de comunicación en las fases de diseño y pruebas ya que cada fase está compuesta del 20% y debido a que aún no se llega a ese porcentaje ocurren los errores durante el ciclo de desarrollo del software.

### **Reprocesos**

Esta variable mide el número de veces que el analista de calidad debe realizar cambios en los procesos desarrollados en un proyecto WMS para bodegas.

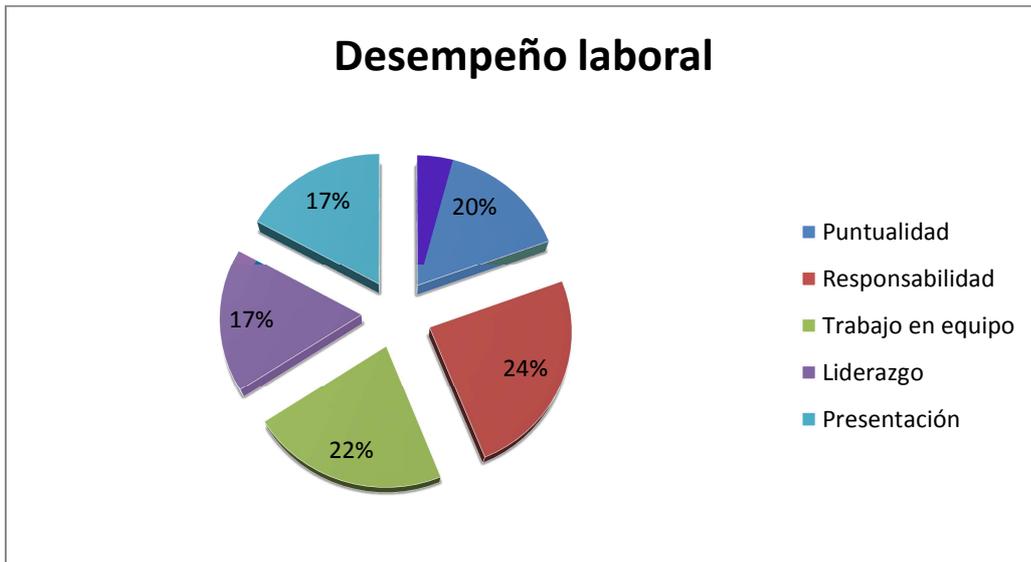


**Figura 4. 26 Número de Reprocesos que se realizan de acuerdo al tipo de proyecto**

Del análisis realizado se tiene como resultado que el mayor número de veces que se realizan Reprocesos aparece en el tipo de proyecto WMS para bodegas, esto implica que el analista de calidad durante el ciclo de desarrollo del software realice cambios en los procesos ya desarrollados.

### **Desempeño**

Esta variable representa la calificación trimestral que realiza el área de recursos humanos junto con el coordinador del área de desarrollo para determinar el nivel de desempeño que tiene cada persona del área de desarrollo.



**Figura 4. 27 Desempeño laboral**

De los resultados obtenidos se puede decir que las personas que integran el área de desarrollo deben poner mayor énfasis en cuanto a presentación y liderazgo para tener un nivel de desempeño óptimo.

**Mala organización de recursos humanos.**

Esta variable representa la organización de recursos humanos en cuanto a los proyectos a realizar en el área de desarrollo.



**Figura 4. 28 Organización en los recursos humanos del área de desarrollo**

Del análisis realizado se tiene que no existen recursos para proyecto pequeños (otros) o para brindar soporte técnico al cliente por lo cual se generan retrasos en los proyectos.

#### **4.1.2.4 Conducta de la medición**

El equipo Seis Sigma se reunió y analizó los proyectos de software elaborados en la empresa considerando el tipo de proyecto desarrollados durante los dos años anteriores, porque eran incapaces de obtener la satisfacción del cliente, por lo tanto las muestras dependiendo el tipo de proyecto se especifican en la siguiente tabla:

**Cuadro 4. 9 Número de tipos de proyectos considerados para el cálculo de seis Sigma**

<b>Módulo</b>	<b>N° de empresas consideradas</b>
WMS para bodegas	7
Módulo de conteo cíclico	4
Fuerza de Ventas	4
Préstamo de herramientas	3
Varios	9

Cuando la recolección de datos se completó, el equipo Seis Sigma introdujo los datos en una hoja de cálculo para realizar la comparación del proceso actual vs los requerimientos del cliente.

**Tabla 4. 13 Importancia de requerimientos para el cliente**

<b>Requerimientos</b>	<b>Procesos Actual</b>	<b>Importancia para el cliente</b>
<b>Software de automatización cero errores.</b>	De los 7 proyectos WMS para bodegas solamente 2 han salido con pocos errores.	10
<b>Paso de información sin problemas</b>	Se utilizan tablas intermedias para pasar la información del cliente	10
<b>Menos tiempo invertido para soporte técnico</b>	Al menos 3 horas diarias se da soporte técnico al cliente	10
<b>Sistema amigable y fácil de usar</b>	Pantallas web distribuidas en secciones	7
<b>Sistema de acuerdo a las necesidades actuales</b>	Omisión de procesos	10

#### 4.1.2.5 Determinar capacidad del proceso

En base a información obtenida se realizó un proceso para evaluar el nivel de los procesos<sup>21</sup> que intervienen en el desarrollo de software:

- Análisis.
- Diseño
- Programación.
- Pruebas
- Implementación.

#### Descripción del nivel de madurez

- **1-Inicial**, existe evidencia que la empresa ha reconocido que los problemas existen y requieren ser resueltos. Sin embargo; no existen procesos estándar en su lugar existen enfoques que tienden a ser aplicados de forma individual o caso por caso. El enfoque general hacia la administración es desorganizado.
- **2-Repetible**, se han desarrollado los procesos hasta el punto en que se siguen procedimientos similares en diferentes áreas que realizan la misma tarea. No hay entrenamiento o comunicación formal de los procedimientos estándar, y se deja la responsabilidad al individuo. Existe un alto grado de confianza en el conocimiento de los individuos y, por lo tanto, los errores son muy probables.
- **3-Definido**, Los procedimientos se han estandarizado y documentado, y se han difundido a través de entrenamiento. Sin embargo, se deja que el

---

<sup>21</sup> Se consideran únicamente los procesos que están dentro del ámbito del área de desarrollo.

individuo decida utilizar estos procesos, y es poco probable que se detecten desviaciones. Los procedimientos en sí no son sofisticados pero formalizan las prácticas existentes.

- **4-Administrado**, Es posible monitorear y medir el cumplimiento de los procedimientos y tomar medidas cuando los procesos no estén trabajando de forma efectiva. Los procesos están bajo constante mejora y proporcionan buenas prácticas. Se usa la automatización y herramientas de manera limitada pero fragmentada.
- **5-Optimizado**, Los procesos se han refinado hasta un nivel de mejor práctica, se basan en los resultados de mejoras continuas y en un modelo de madurez con otras empresas.

#### Criticidad de procesos



Figura 4. 29 Criticidad de procesos

Se usa un sistema de colores para definir la criticidad de los procesos, dentro del nivel de madurez identificado se ha colocado un indicador de color que indica el nivel de atención que se debe dar al proceso en función de la afectación que actualmente tiene para el negocio. En base a los datos recabados en la sección anterior se realizó una calificación a los procesos su criticidad y nivel de madurez mostrado en la matriz de evaluación.

Procesos	A					B					C					D					E				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Verificación de documentación entregada por el área comercial																									
Reunión inicial																									
Generación plan de trabajo																									
Identificación y determinación de necesidades y requerimientos del cliente																									
Generación de documento de requerimientos																									
Reuniones con el cliente para conocer los procesos																									
Aprobación del plan de trabajo																									
Validación documento de requerimiento de software																									
Generación del diseño de la solución																									
Generación del diseño de las interfaces																									
Revisión y aprobación del cliente																									
Planificación de capacitaciones y acompañamientos																									
Generación cronograma de actividades																									
Aprobación de documentación del diseño de la solución																									
Validación documento de diseño del software																									
Creación de código fuente																									
Creación de interfaces																									
Revisión de código pro pares																									
Revisión semanal de cumplimiento de cronograma																									
Muestrar de evidencias de avance al cliente en función de hitos																									
Elaboración de manuales																									
Aprobación del sistema																									
Recepción de código fuente y documento de requerimientos de software																									
Planificación de pruebas de validación e interacción																									
Correcciones de código fuente																									
Instalación del ambiente de pruebas																									
Realización de pruebas en condiciones normales de uso																									
Definición de nuevos procesos																									
Generación de plan de puesta en marcha																									
Aprobación de plan de puesta en marcha																									
Capacitación a usuarios																									
Preparación de ambiente de producción																									
Instalación del sistema																									
Plan de priorización de errores																									
Corrección de errores																									
Realización de pruebas																									
Actualización del sistema																									
Soporte a usuarios																									
Revisión de los procesos																									
Realización de Informe del proyecto																									

Figura 4. 30 Determinar la capacidad de los procesos

### **Distribución de resultados por nivel de madurez**

Una vez aplicada la matriz se pudo determinar que 26 procesos se encuentran en niveles de madurez entre 1 (inicial) y 2 (repetible). Esto concuerda con la realidad de la operación actual y es un factor que permite identificar oportunidades de mejora dentro de la empresa.

En conclusión se puede decir que en todas las fases del ciclo de desarrollo del software se encuentran procesos críticos los cuales serán analizados posteriormente.

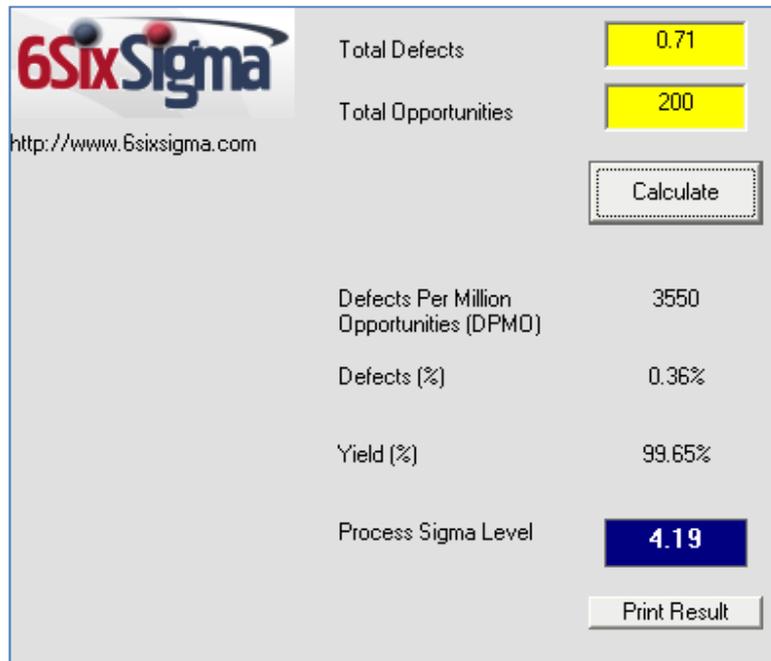
#### **4.1.2.6 Cálculo de Seis Sigma**

El proceso estadístico propuesto en la “Guía de Aplicación de la Técnica de Calidad Seis Sigma en el Proceso de Desarrollo de Software” no se considera aplicable a proyectos de desarrollo de software, ya que no se encuentra la justificación respectiva para los valores obtenidos en el siguiente cuadro.

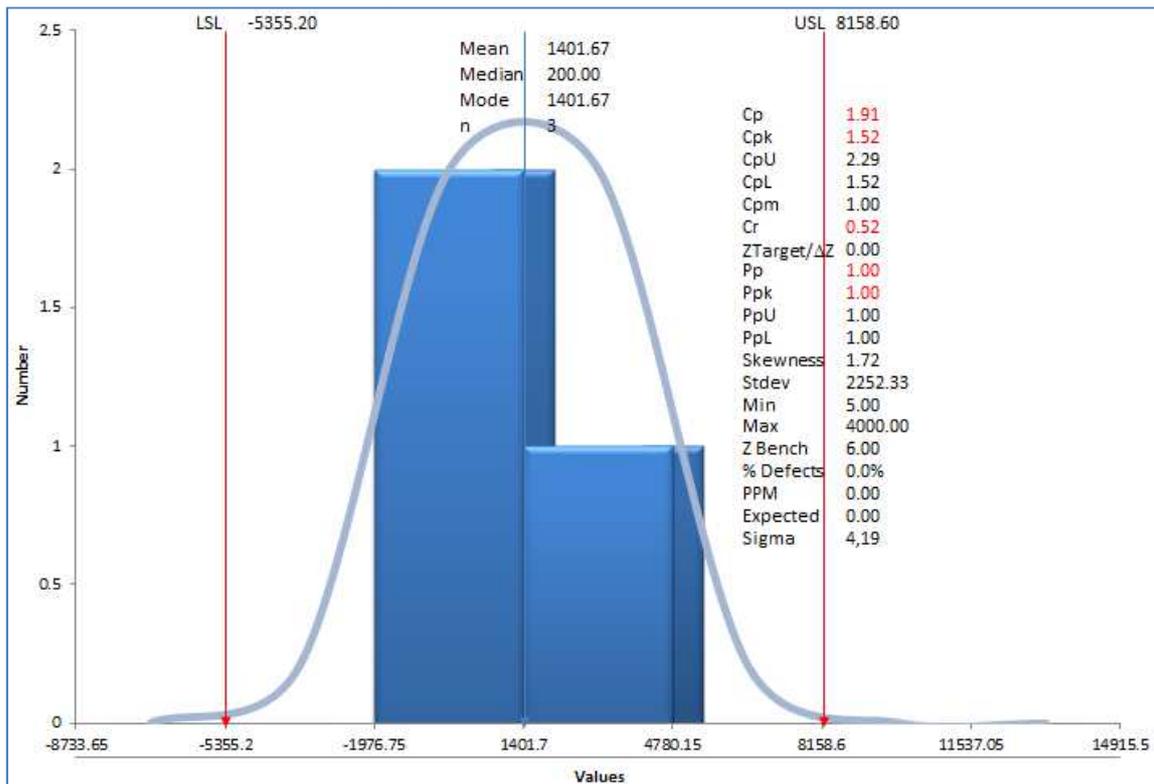
Para calcular el nivel de seis sigma se determinó la siguiente información:

**Tabla 4. 14 Cálculo de Se Sigma**

<b>Cálculo de Seis Sigma</b>		
<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	<b>Resultado</b>
<b>1</b>	Número de unidades procesadas	7
<b>2</b>	Número de unidades con defectos	5
<b>3</b>	Cálculo de defectos (Paso 2/Paso 1)	0,71
<b>4</b>	Número de oportunidades por defectos en cada unidad	200
<b>5</b>	Cálculo de defectos por oportunidad (Paso 3/ Paso 4)	0,004
<b>6</b>	Cálculo de defectos por millón de oportunidades (Paso 5 x 1.000.000)	4000
<b>7</b>	DPMO en valor de sigma	4,19



**Figura 4. 31 Cálculo de Se Sigma**



**Figura 4. 32 Gráfica del cálculo de Seis Sigma**

#### 4.1.2.7 Índices de capacidad

Los índices de capacidad hacen referencia al cuadro anterior, por lo cual los valores obtenidos no tendrían justificación.

Para determinar los índices de capacidad se utilizó la información de la tabla anterior en la cual se obtuvieron los resultados  $C_p = 1.91$  y  $C_{pk} = 1.52$ . Porque es un proceso considerado a nivel de seis Sigma entonces  $C_p = 2$  y  $C_{pk} = 1.5$ . Este proceso se encuentra cerca del nivel Seis Sigma es decir que tiene una variación normal y están bien centrados dentro de los niveles de exigencia de los clientes pero deben aumentar la variabilidad para que se llegue a un nivel Seis Sigma y se logre satisfacer en su totalidad las expectativas del cliente en cuanto a un sistema automatizado.

**Figura 4. 33 Cálculo de los índices de capacidad**

#### 4.1.3 Fase de Análisis

La meta de la fase de análisis es identificar la/las causas raíz del problema, entender cómo es que se está presentando el problema y verificar las causa con datos. Por lo tanto en esta fase se utilizaran diferentes herramientas que permitan explicar cómo es que las causas raíz generan el problema y contar con las pocas causas vitales que lo están generando.

Fase de Análisis

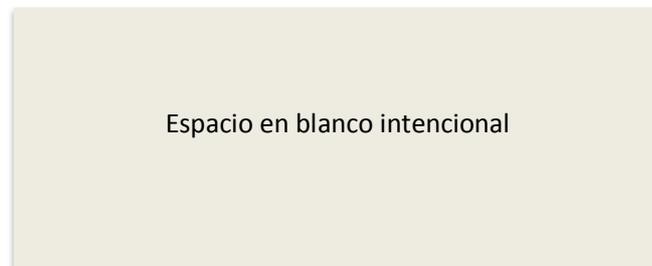
- Determinar que causo la variación
- Definición del problema en términos de indicadores
- Lluvia de ideas para mejoras los procesos
- Explorar las causas potenciales

**Figura 4. 34 Actividades de la fase de análisis**

#### **4.1.3.1 Determinar que causo la variación**

Para determinar de inicio, las posibles causas que pueden influir en la calidad del proceso de desarrollo de software, se realizó una lluvia de ideas entre los miembros del equipo Seis Sigma determinando las posibles causas que influyan en el problema. Posteriormente con esta información se utilizó los diagramas de Ishikawa, clasificando las posibles causas del problema en tiempo, organización, personas e información.

Como resultado se obtuvo un diagrama causa – efecto para cada fase del ciclo de software:



## Diagrama Causa - Efecto Fase de Análisis

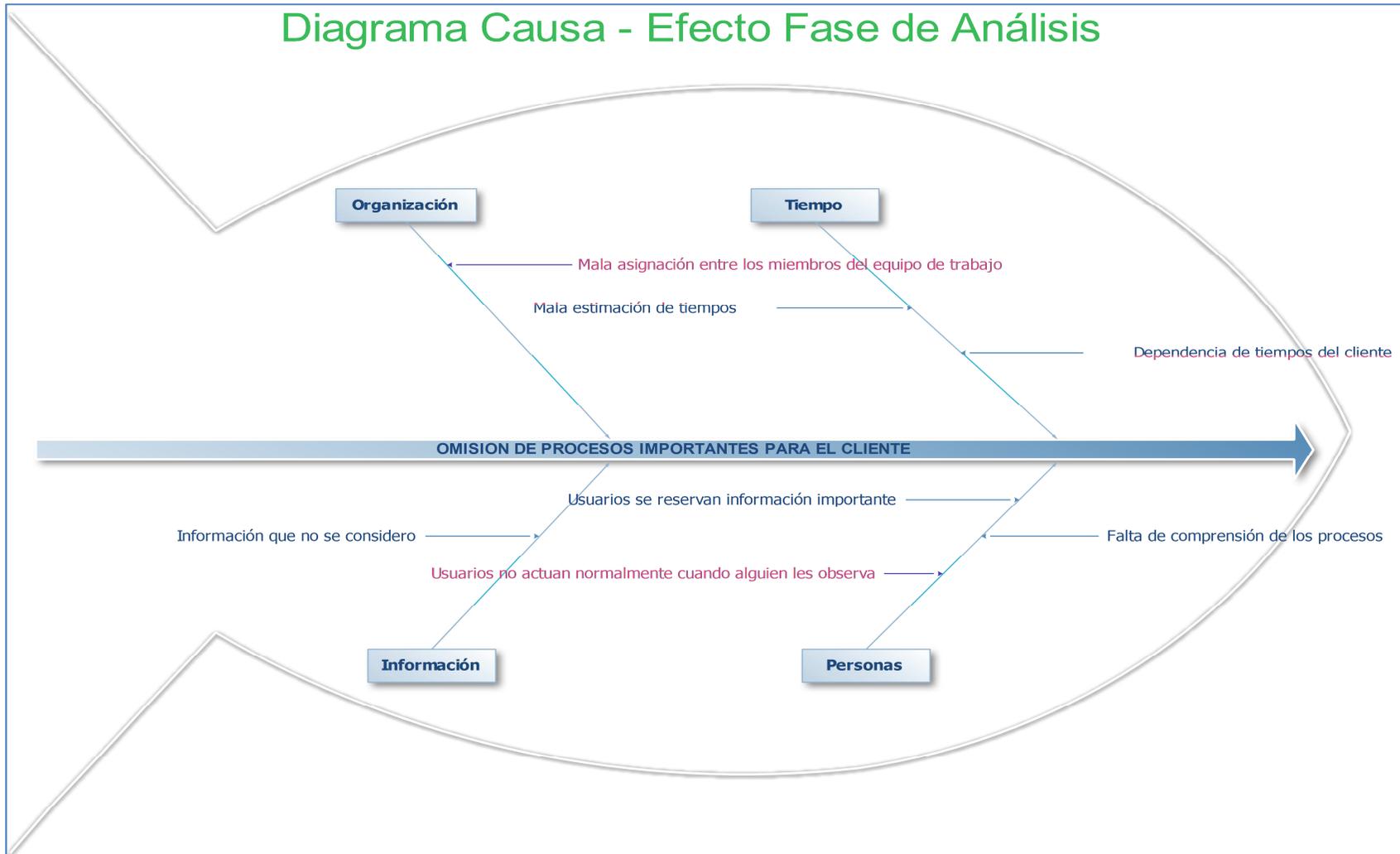
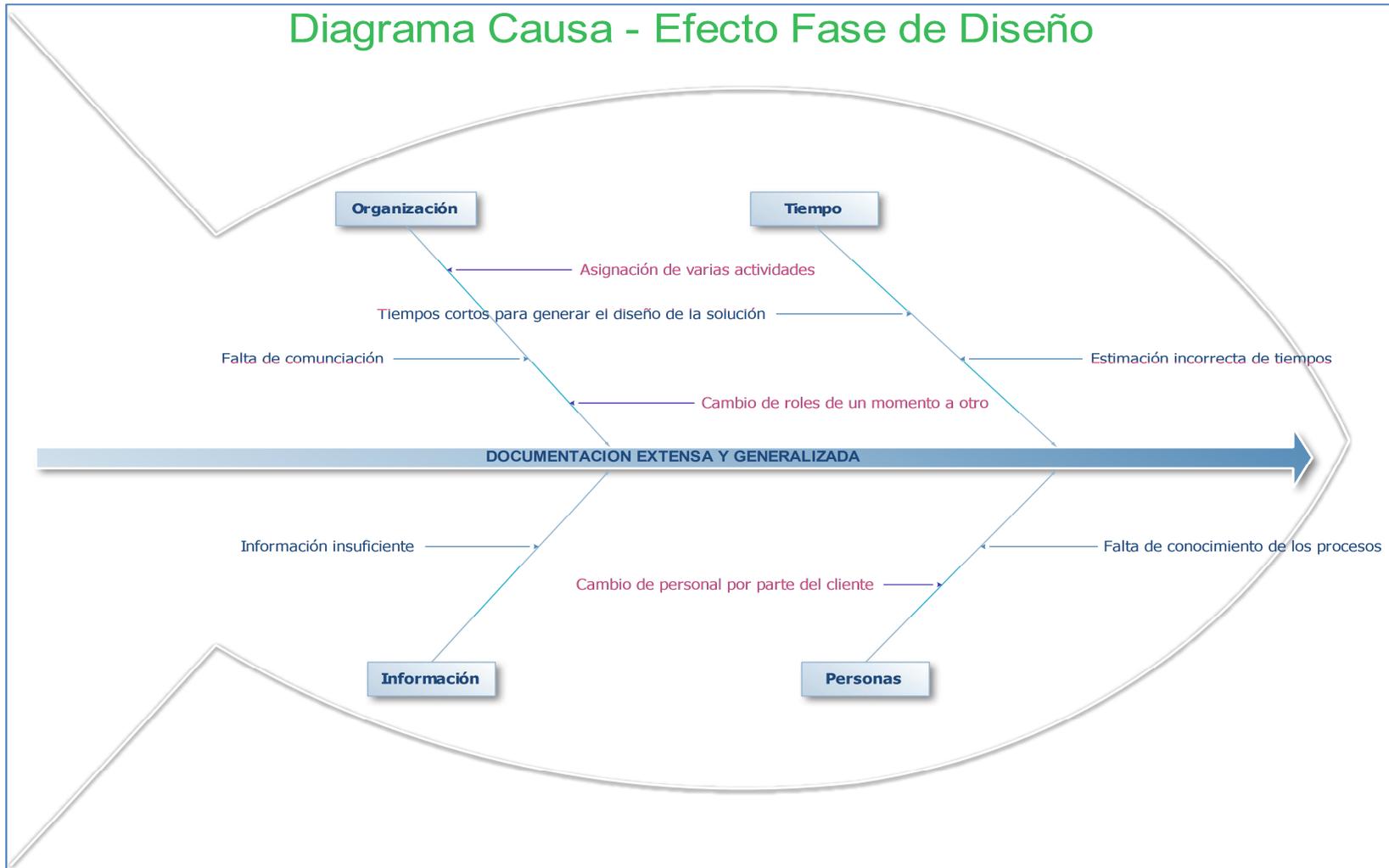


Figura 4. 35 Diagrama causa – efecto de la fase de análisis



**Figura 4. 36 Diagrama causa – efecto de la fase de diseño**

## Diagrama causa - efecto Fase de Programación

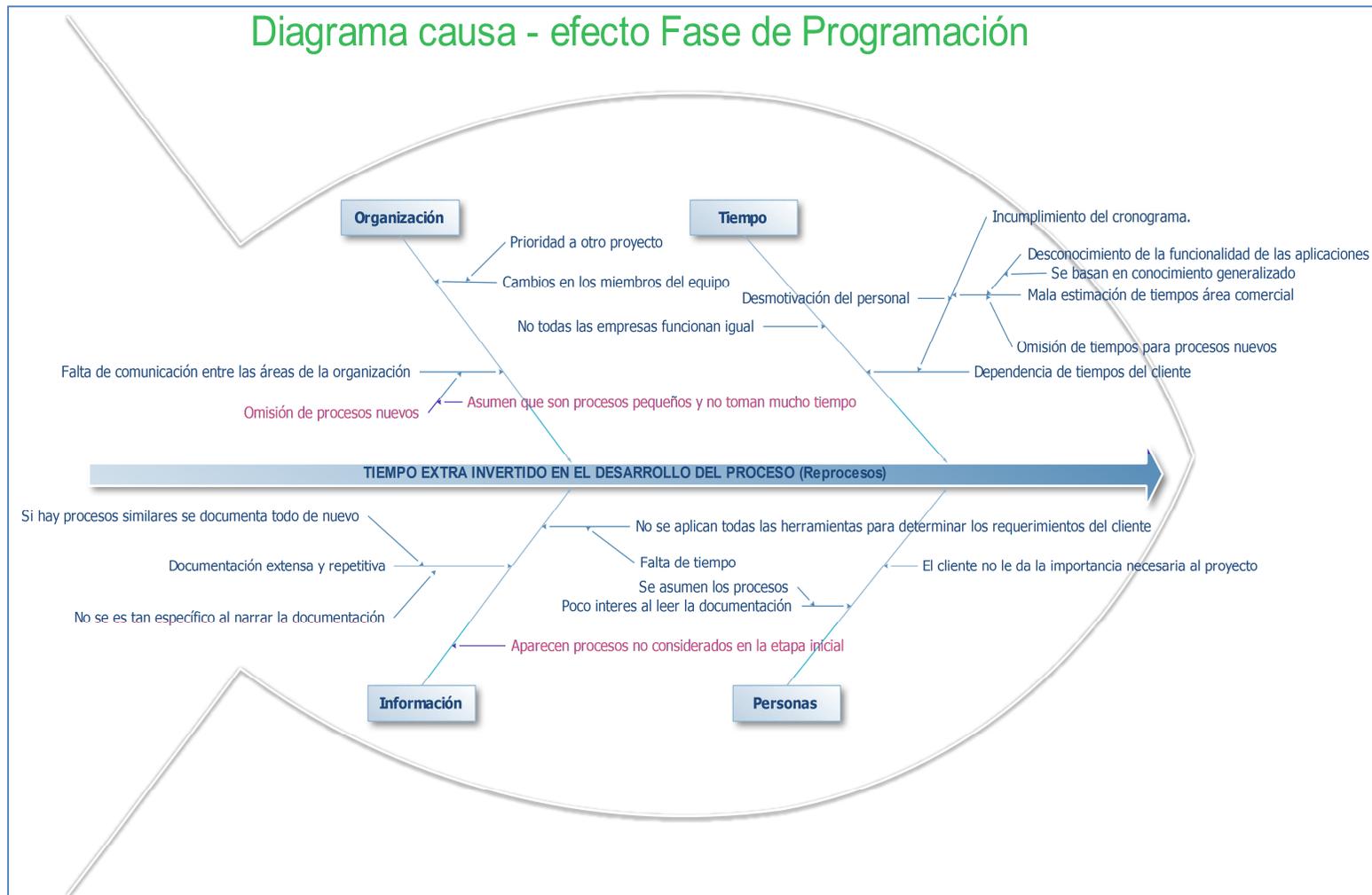
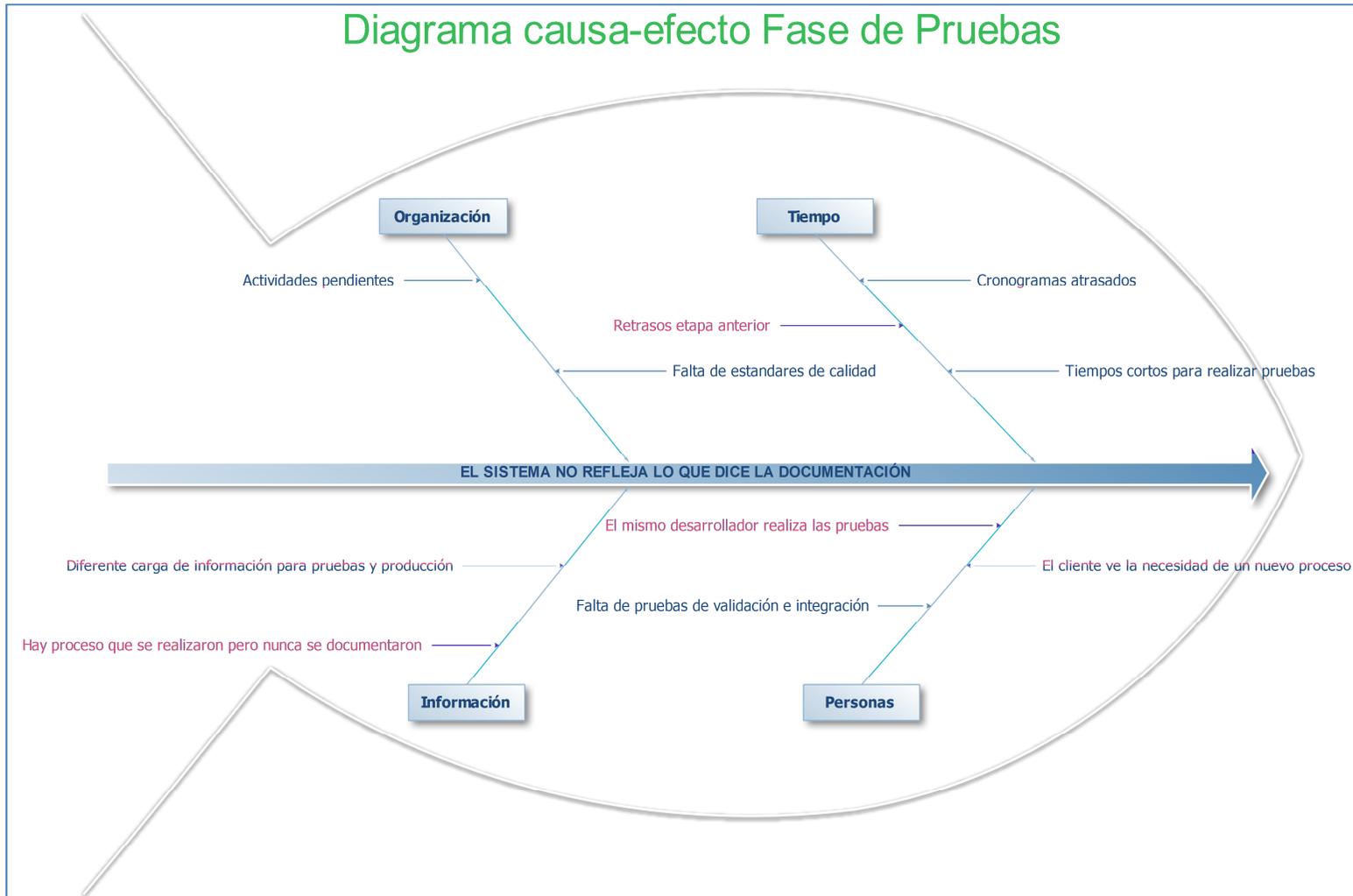
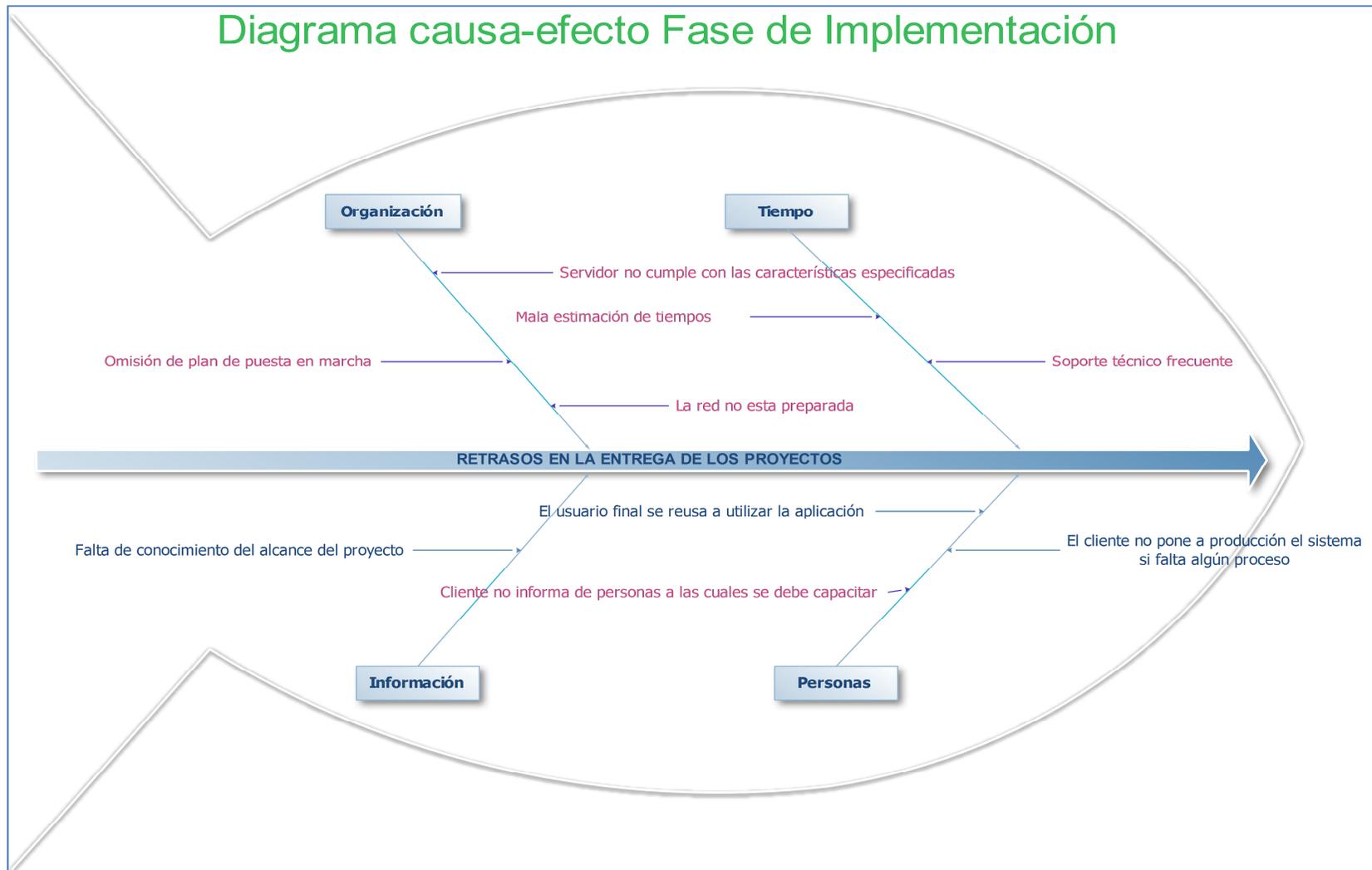


Figura 4. 37 Diagrama causa – efecto de la fase de programación



**Figura 4. 38 Diagrama causa – efecto de la fase de pruebas**



**Figura 4. 39 Diagrama causa – efecto de la fase de implementación**

De la información anterior se procedió a elaborar el diagrama de Pareto, con objeto de identificar que causa tienen mayor influencia en el proceso de desarrollo de software, arrojando los siguientes resultados:

**Tabla 4. 15 Causas que afectan el proceso de desarrollo de software**

Causa que afectan el proceso de desarrollo de software				
	Causas	Puntuación	Porcentajes	Porcentaje Acumulado
1	Mala estimación de tiempos	100	5.32	5.32
2	Se cambian los procesos acordados en la etapa inicial	100	5.32	10.64
3	Falta de conocimiento del alcance del proyecto	90	4.79	15.43
4	El cliente no recibe el sistema si falta algún proceso que se omitió	90	4.79	20.21
5	Soporte técnica frecuente	90	4.79	25.00
6	Cambio en los miembros del equipo de trabajo	90	4.79	29.79
7	Cambio de personal por parte del cliente	80	4.26	34.04
8	Retrasos en el cronograma	80	4.26	38.30
9	Falta de estándares de calidad	80	4.26	42.55
10	Información no considerada desde el inicio	70	3.72	46.28
11	Usuarios se reservan información importante	70	3.72	50.00
12	Cambio de roles de un momento a otro	70	3.72	53.72
13	Cliente no entrega información a tiempo.	70	3.72	57.45

14	El cliente no le da la importancia necesaria al proyecto	70	3.72	61.17
15	La red del cliente no está preparada	70	3.72	64.89
16	Omisión de plan de puesta en marcha	70	3.72	68.62
17	Falta de comprensión de los procesos	60	3.19	71.81
18	Falta de comunicación entre los miembros del equipo de trabajo	60	3.19	75.00
19	Documentación extensa y repetida	60	3.19	78.19
20	Diferente carga de información para pruebas y producción	60	3.19	81.38
21	Falta de comunicación con el cliente	50	2.66	84.04
22	Poco interés al leer la documentación	50	2.66	86.70
23	Mala asignación de tareas entre los miembros del equipo de trabajo	50	2.66	89.36
24	Dependencia de tiempos del cliente	40	2.13	91.49
25	Falta de conocimiento de los procesos por parte del cliente	40	2.13	93.62
26	Aparecen procesos no considerados en la etapa inicial	40	2.13	95.74
27	Hay procesos que se desarrollaron pero nunca se documentaron	30	1.60	97.34
28	Usuarios no actúan normalmente cuando se los observa	30	1.60	98.94
29	El usuario final se opone a utilizar la aplicación	20	1.06	100.00

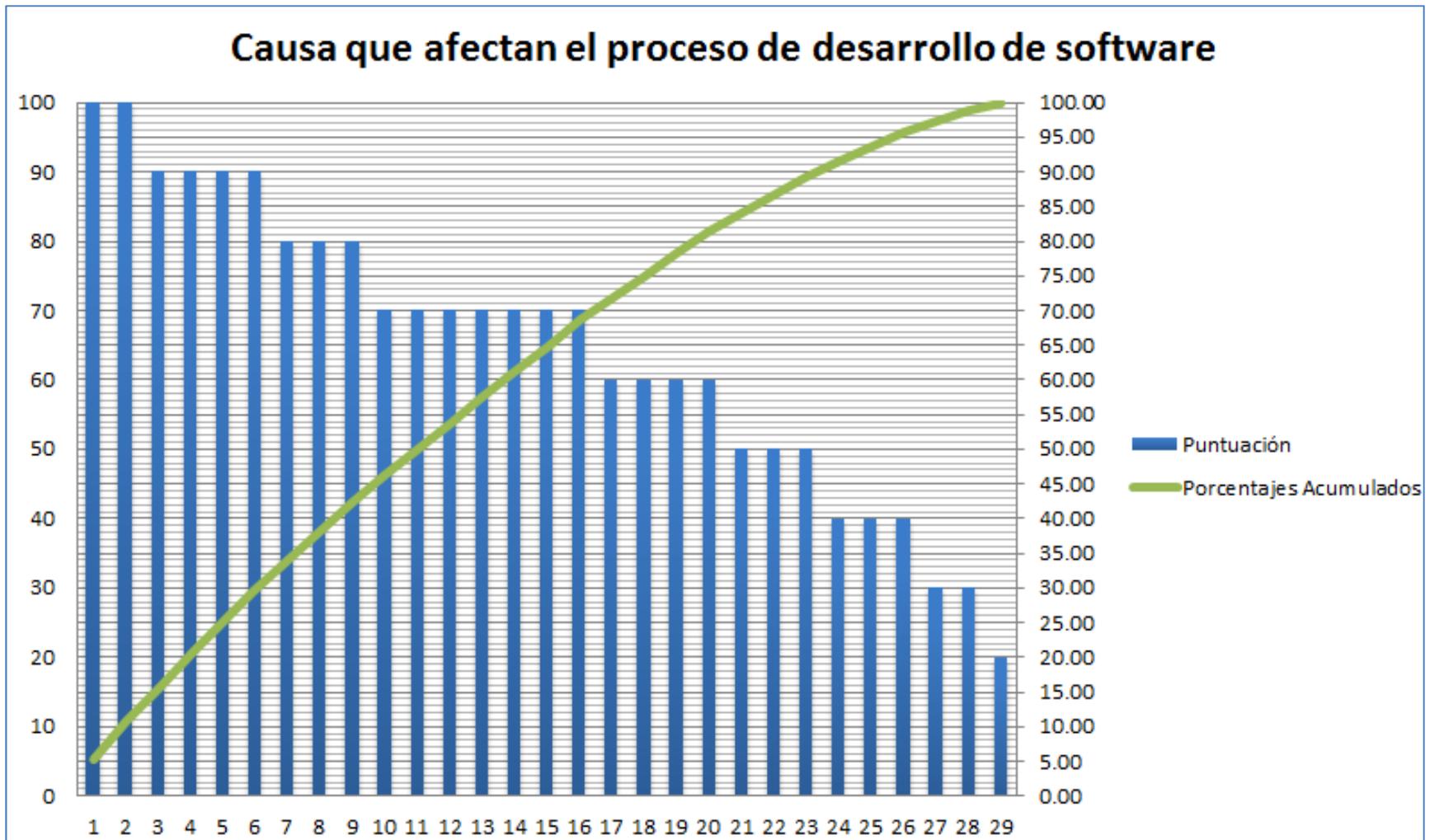


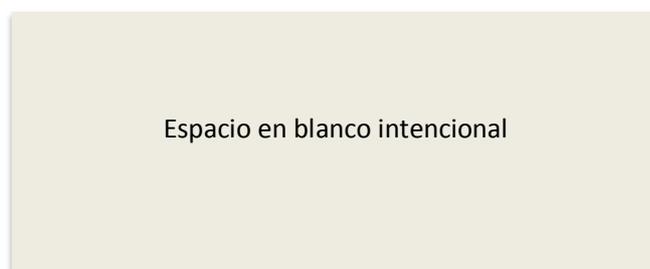
Figura 4. 40 Causas que afectan el proceso de desarrollo de software

Del análisis del gráfico de Pareto se desprende que las causas que afectan al personal de la empresa Inveligent, considera que afectan el proceso son: Mala estimación de tiempos, Cambio de personal por parte del cliente, cambio en los miembros del equipo de trabajo, Cambios en los procesos acordados en la etapa inicial, Retrasos en el cronograma, Falta de estándares de calidad, Soporte técnico frecuente, El cliente no recibe el sistema si falta algún proceso que se omitió y la falta de conocimiento del alcance del proyecto.

Las causas que se describen se las considera dentro de las siguientes variables: Retraso en las actividades, motivación del personal contratado, salud ocupacional, calidad de la comunicación, Reprocesos, desempeño y mala organización de recursos.

#### **4.1.3.2 Definición del problema en términos de indicadores**

A continuación se muestra la siguiente tabla con la definición del problema en términos de indicadores:

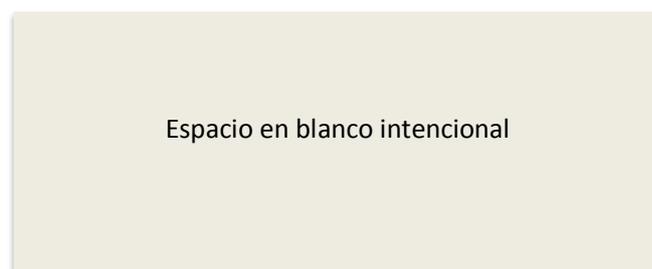


N°	Variable	Unidad	Promedio
1	Retraso en actividades.	Días.	60 días proyectos grandes y 5 días en proyectos pequeños
2	Motivación del personal contratado.	Puntaje sobre veinte.	6 % rango (6,10)
3	Salud ocupacional.	Faltas mensuales.	37,5 %
4	Calidad en la comunicación.	Errores a la semana.	7% fase de análisis
5	Reprocesos.	Correcciones al mes.	4 veces
6	Desempeño.	Porcentaje	82%
7	Mala organización.	Puntaje sobre veinte.	13

**Figura 4. 41 Definición del problema en términos de indicadores**

#### 4.1.3.3 Lluvia de ideas para mejorar los procesos

En la figura 4. 42 se puede observar las ideas principales que generó el equipo de trabajo Seis Sigma para poder mejorar el desarrollo del proceso de software.





**Figura 4. 42 Lluvia de ideas para mejorar los procesos**

#### **4.1.3.4 Explorar las causas potenciales**

##### **Retraso en el cronograma enviado al cliente**

Cuando se diseña la planificación inicial de un proyecto, se comete el error de estimar tiempos cortos sin considerar que toda empresa tiene sus particularidades, y cuando hay que efectuarlas el personal se da cuenta que el tiempo no es suficiente para el puntual cumplimiento de las mismas. Generalmente hay que reprogramar algunas actividades para las siguientes fases del proceso de desarrollo de software.

##### **Desmotivación del personal contratado**

No se ha puesto en práctica un plan de motivación de personal formal para el equipo de trabajo, debido a que se cumplen las actividades en diferentes horarios.

Hay muchas debilidades en el equipo de trabajo por la falta de motivación al personal, como por ejemplo atrasos continuos en el cumplimiento del horario de trabajo, poca integración a las actividades de planificación, evaluación y capacitación.

##### **Salud ocupacional**

Las oficinas en donde se encuentra ubicada el área de desarrollo suelen ser un poco más frías que el resto de áreas, por ende cuando el clima de Quito es frío lo cual implica que el personal que trabaja en esta área este expuesto a contraer enfermedades infecto – contagiosas, como por ejemplo gripe, tos etc.

## **Calidad de la comunicación**

La mala comunicación se debe principalmente a que el paso de información entre áreas no es documentado y se omiten procesos. En el área de desarrollo específicamente se debe a que el personal debe trasladarse a las oficinas del cliente y no pasa mucho tiempo dentro de la oficina para fomentar lazos de amistad y mejorar la comunicación entre los miembros del equipo.

## **Reprocesos**

Los cambios se dan generalmente porque en la fase de análisis se omiten procesos que afectan la operación de la empresa. El área de desarrollo constantemente se ha visto en la necesidad de hacer cambios y correcciones en la información requerida por el cliente.

Debido a que se deben implementar nuevos procesos en el desarrollo de un sistema se retrasa el cronograma enviado al cliente inicialmente. El resto de errores se debe a la omisión de procesos en la etapa inicial del proyecto.

## **Desempeño**

Una de las razones por las cuales no se obtiene el máximo puntaje en el desempeño de las actividades de las personas que integran el área de desarrollo es el hecho de que no pueden estar 100% en el desarrollo de un sistema si no que deben dar soporte técnico a las aplicaciones entregadas al cliente o se encuentren en dos proyectos al mismo tiempo.

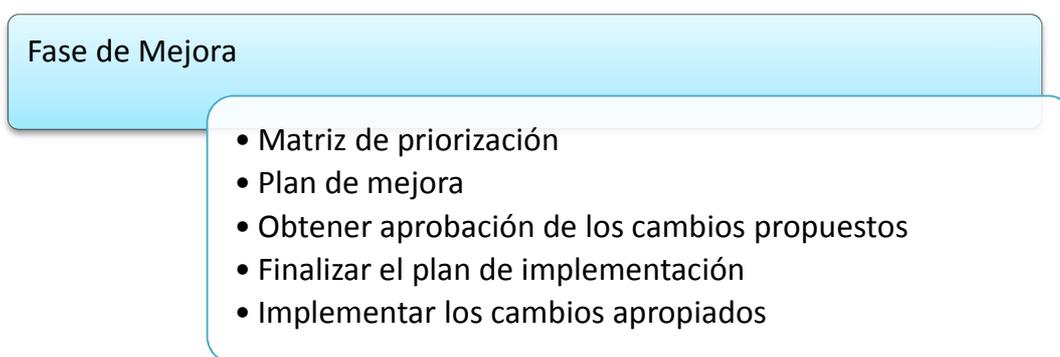
## **Mala organización de recursos humanos**

La mala organización de recursos en el área de desarrollo se debe principalmente a que una persona asignada a un proyecto sale del mismo y es asignada a otro proyecto es decir no cierra un proyecto y empieza con otro.

### **4.1.4 Fase de mejora**

Del análisis realizado al proceso de desarrollo de software, se procedió a determinar las estrategias para las alternativas de solución de las causas raíz de cada una de las áreas de oportunidad detectadas, estas estrategias se contemplan a corto y mediano plazo; las contempladas a corto plazo son aquellas que se pueden realizar sin la modificación o adecuación de sistemas y a mediano plazo las que requieren de la intervención de la alta dirección.

Estas estrategias se implantaran en la empresa Inveligent para mejorar el proceso y hacerlo eficiente, las estrategias de solución planteadas son las siguientes:



**Figura 4. 43 Actividades de la fase de mejora**

#### **4.1.4.1 Matriz de priorización**

La matriz que aparece a continuación muestra las opciones a priorizar en las filas (horizontales) y los criterios para tomar la decisión en las columnas (verticales).

Después se clasificó cada opción de acuerdo con cuatro criterios: impacto del problema, tiempo que tomaría implementar el proyecto de mejora para resolver el problema, el costo de la implementación y la disponibilidad de recurso para poner en marcha el proyecto. El valor de cada criterio esta medido en base a una escala Likert, de 0 a 5 donde 0 es el valor más bajo y 5 el valor más alto.

El valor total constituye el producto del puntaje de cada uno de los criterios.

**Tabla 4. 16 Matriz de priorización de procesos**

Problemas	Criterios				Total
	Impacto	Tiempo	Dinero	RRHH	
Retraso en actividades	5	5	5	4	19
Motivación de personal	3	3	2	3	11
Salud ocupacional	3	2	3	2	10
Calidad en la comunicación	5	5	5	5	20
Reprocesos	5	5	5	5	20
Desempeño	4	4	3	3	14
Asignación de recursos.	4	4	4	4	16

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz, se escogieron los tres problemas con mayor prioridad: Retraso en actividades, Calidad en la comunicación, Reprocesos, Asignación de recursos.

#### **4.1.4.2 Plan de mejora**

El plan de mejora se constituye en un objetivo del proceso de mejora continua, y por tanto, en una de las principales fases a desarrollar dentro del mismo. La elaboración de dicho plan requiere el respaldo y la implicación de todos los responsables que de una u otra forma tengan relación con el área de desarrollo.

El plan de mejora integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la empresa, para que sean traducidos en un mejor servicio percibido por el cliente. Dicho plan además de servir de base para la detección de mejoras, permite el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

Para su elaboración ha sido necesario establecer los objetivos que la empresa Inveligent se propone alcanzar y diseñar la planificación de las tareas para conseguirlos.

El plan de mejoras permite:

- Identificar las causas que provocan las debilidades detectadas.
- Identificar las acciones de mejora a aplicar.
- Analizar su viabilidad.
- Establecer prioridades en las líneas de actuación.
- Disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.

## Identificar el área de mejora

Una vez realizado el diagnóstico e identificado los problemas con mayor prioridad, el siguiente plan de mejora se va a enfocar en solucionar los aspectos de:

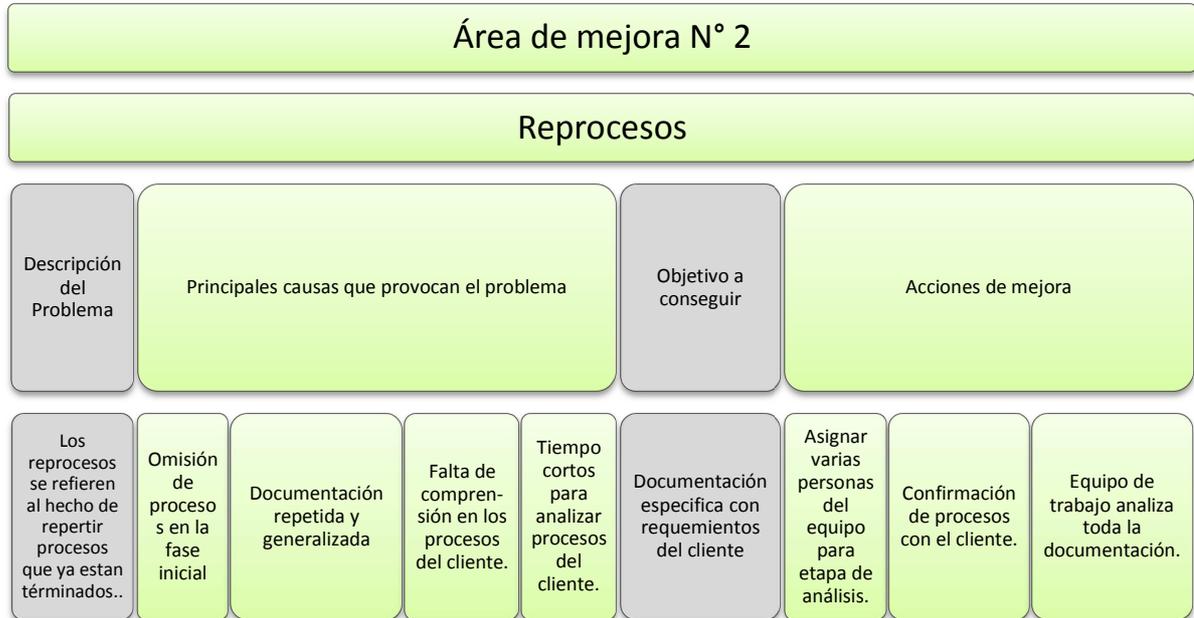
- Retrasos en las actividades.
- Reprocesos.
- Mala comunicación.
- Mala asignación de recursos humanos.

## Seleccionar las acciones de mejora

El paso siguiente es seleccionar las posibles alternativas de mejora para posteriormente priorizar la más adecuada.



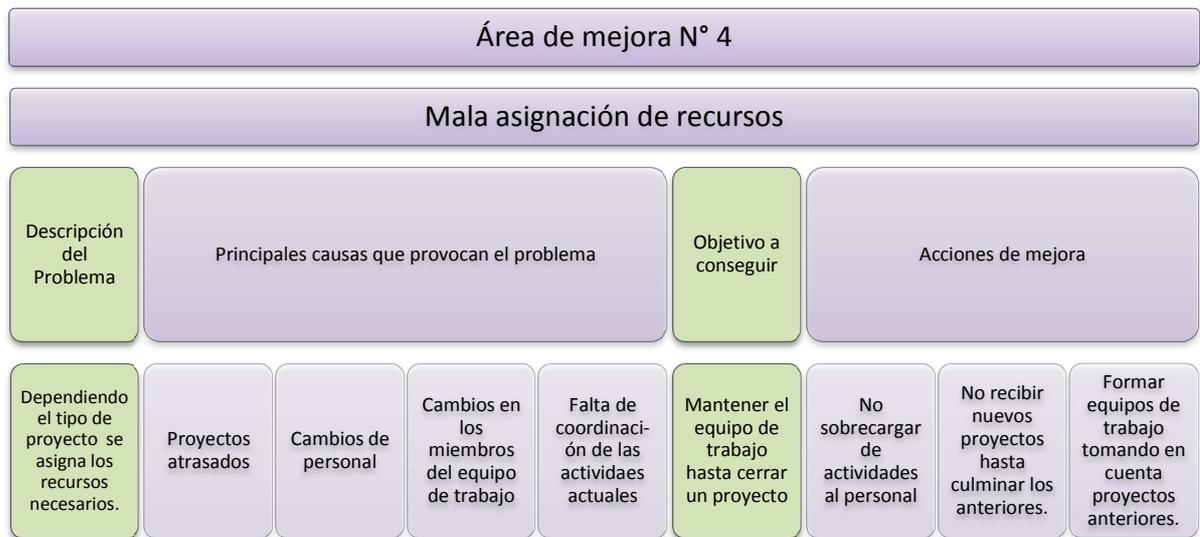
**Figura 4. 44 Área de mejora para el retraso en las actividades**



**Figura 4. 45 Área de mejora para los reprocesos**



**Figura 4. 46 Área de mejora para mejorar la comunicación**



**Figura 4. 47 Área de mejora para la mejorar la organización de recursos humanos**

#### 4.1.4.3 Obtener aprobación de los cambios propuestos.

Una vez explicados los cambios propuestos, el equipo reconoce que las mejoras propuestas, en caso de ser aprobadas podrían generar cambios en el proceso de desarrollo de software, por lo cual el equipo Seis Sigma creó la plantilla para realizar la evaluación de impacto, el cual es un documento en el cual se resume los efectos positivos y negativos que generaría la mejora de los procesos.

**Tabla 4. 17 Aprobación de cambios propuestos**

		Costo		Beneficios			Impacto				
Fase	Acción	Costo	Tiempo para implementar	Nivel Seis Sigma	Satisfacción del cliente	Duración ciclo	Empleados	Clientes	Políticas	Programas de formación	Sistemas de computación

#### 4.1.4.4 Finalizar el plan de implementación

La tabla 4.18 muestra el plan de ejecución que se llevará a cabo para controlar la implementación de Seis Sigma.

**Tabla 4. 18 Plan de ejecución**

Tarea	Pasos	Responsabilidades	Culminación de objetivo	Finalización real	Resultados
Obtener aprobación	Cumplir con el campeón	RI, PR, CG			
	Reunirse con los jefes de departamento				
	Llevar a cabo reuniones individuales				
Comunicar el progreso	Desarrollar un plan de comunicaciones	RI			
	Entregar				
Poner en práctica	Fase de análisis	CG			
	Fase de diseño				
	Fase de implementación				
	Fase de pruebas				
	Fase de mantenimiento				
Aplicar seis sigma	Definir	área de desarrollo			
	Medir	área de desarrollo			
	Analizar	área de desarrollo			
	Mejorar	área de desarrollo			
	Controlar	área de desarrollo			
Revisar las políticas y procedimientos		Consejo Seis Sigma			
Capacitaciones		PR			

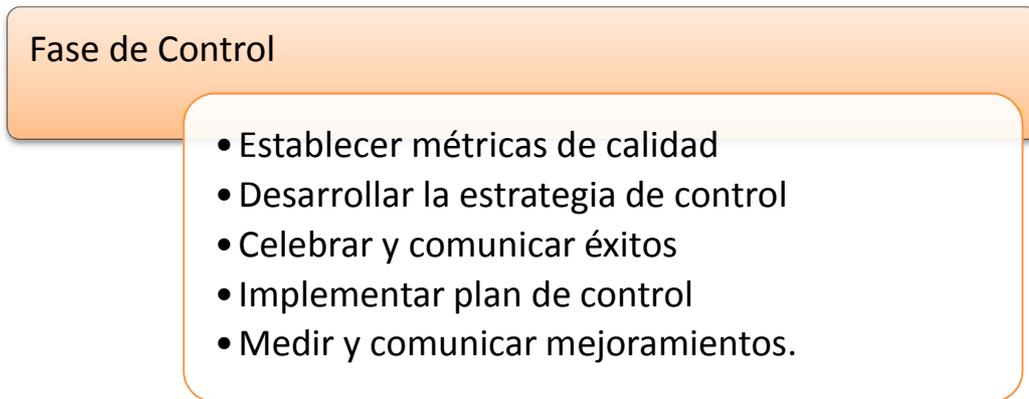
#### 4.1.4.5 Implementar los cambios apropiados

Una vez validadas las estrategias de mejora y para implementarlas el equipo de trabajo concluyó que para verificar que se estén realizando se van a realizar las siguientes actividades que asegurarán la comunicación:

- Reuniones de equipo Seis Sigma semanales.
- Sesiones mensuales de aprendizaje
- Representación visual del progreso del equipo Seis Sigma a través del diagrama de progreso.

#### 4.1.5 Fase de Control

El objetivo de esta fase es mantener los resultados obtenidos con el proyecto a través de un sistema de monitoreo de las acciones de mejora, sistema que permite verificar los resultados.



**Figura 4. 48 Actividades de la fase de control**

#### **4.1.5.1 Establecer métricas de calidad**

En la fase de medición se utilizaron indicadores para medir algunos de los factores por los cuales el desarrollo de software no es correcto, en la siguiente tabla se especifican métricas con las cuales se trabajará en los posterior para medir los proyectos de software.

Las métricas de software se las utilizará para monitorear el desarrollo de los proyectos; para administrar las tareas de desarrollo de software y el mejoramiento de los procesos. Las métricas indicaran el grado de calidad, se las utilizará desde las primeras etapas del ciclo de vida de software hasta el mantenimiento.

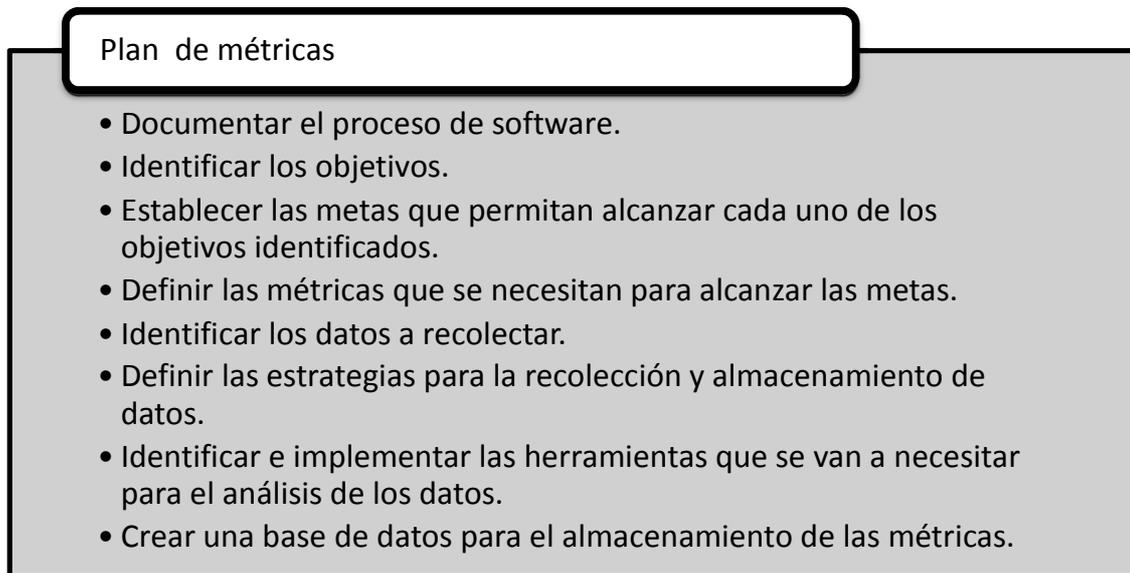
Las métricas con las que se medirán los distintos tipos de proyectos de software son las siguientes:

**Cuadro 4. 10 Métricas con las cuales se va a trabajar**

CUADRO DE MÉTRICAS		
ACTIVIDAD	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN
<b>Tiempo de ejecución del proceso de desarrollo de software</b>	$Tiempo_{Total} = Tiempo_{Tamaño} + Tiempo_{Esfuerzo} + Tiempo_{Errores}$	Tiempo total es igual a tiempo del tamaño + tiempo de esfuerzo + tiempo de errores
<b>Calidad en el proceso de desarrollo de software</b>	$Eficacia = \left( \frac{productos_{aceptadosporCliente}}{productos_{finales}} \right) \times 100$ $Eficiencia = \left( \frac{productos_{Terminadosfinales}}{insumos_{porunidad}} \right) \times 100$ $Efectividad = Eficiencia + Eficacia$	Desde el punto de vista de la calidad se deben tener presentes tres indicadores de gran importancia, los cuales son la eficacia, la eficiencia y la efectividad.
<b>Costo</b>	$Productividad = \frac{KLDC}{persona - mes}$ $Calidad = \frac{errores}{KLDC}$ $Documentación = \frac{pags. Doc}{KLDC}$ $Costo = \$/KLDC$ <p>KLDC (Miles de líneas de código)</p>	El costo de un producto de software está estrechamente relacionado con el tamaño, por consiguiente en el tiempo de desarrollo del mismo, por esto para realizar una buena estimación del costo de un producto se debe tener presente la estimación del tiempo de desarrollo.

#### 4.1.5.2 Desarrollar control estratégico

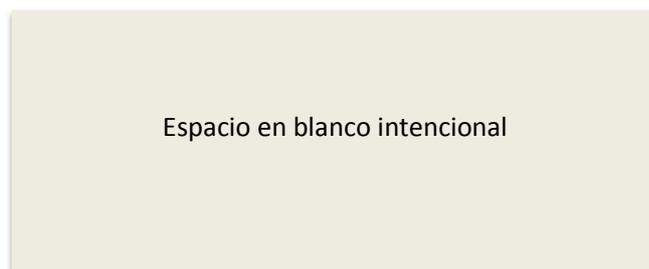
Para definir un plan de métricas ese van a tomar en cuenta los siguientes requerimientos en todos los proyectos de software que se desarrollen:

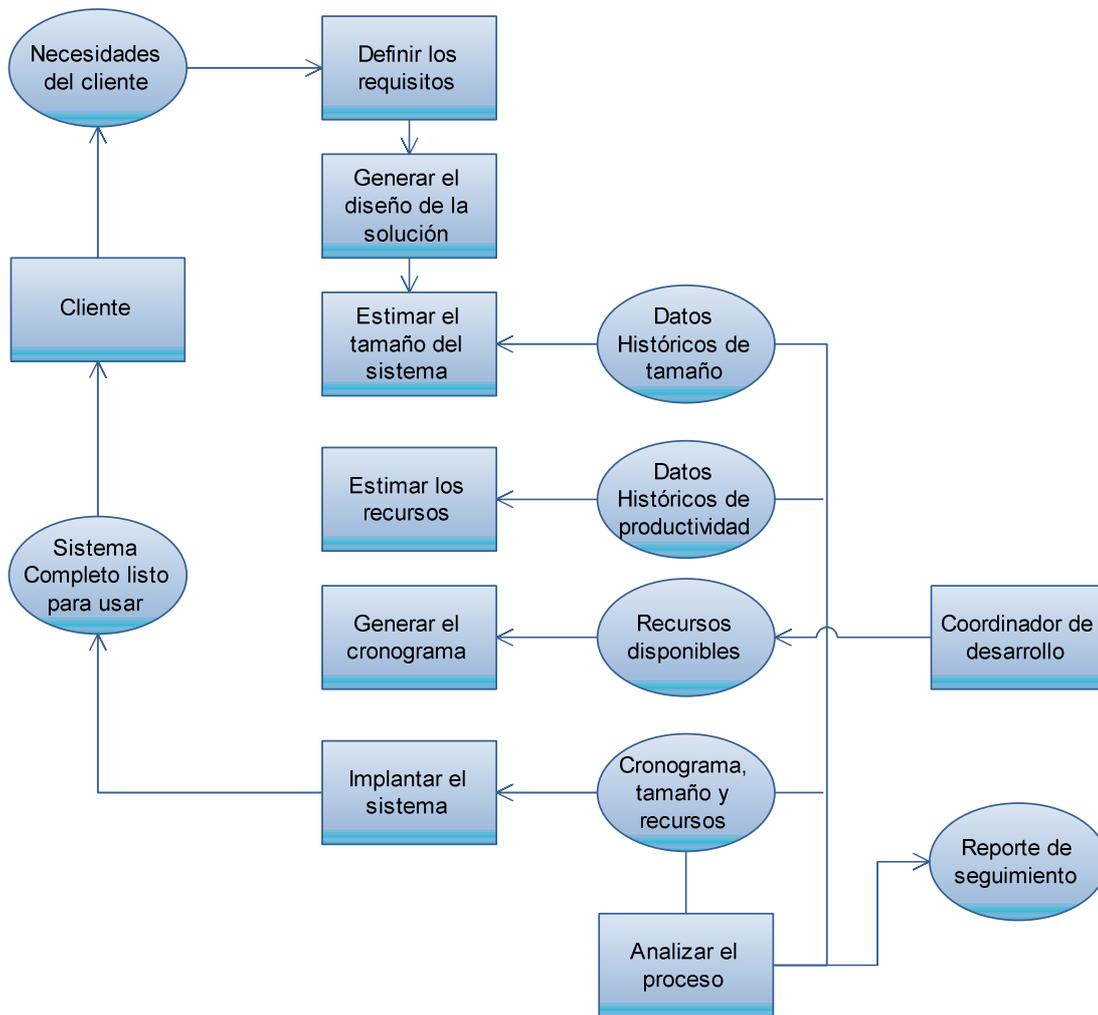


**Figura 4. 49 Plan de métricas**

#### **4.1.5.3 Celebrar y comunicar el éxito.**

El esquema con el cual se trabajará para los futuros proyectos será el siguiente:





**Figura 4. 50 Esquema de trabajo para proyectos futuros**

#### 4.1.5.4 Implementar el plan de control.

Para implementar el plan de control se requiere de un cronograma para monitorear las actividades que se lleven a cabo.

La persona que se hará responsable de la implementación y auditoria del plan de control es Raquel Iza es miembro del equipo Seis Sigma y realizará reportes periódicos para presentarlos al resto del equipo de trabajo.

#### **4.1.5.5 Medir y comunicar las mejoras.**

En esta etapa final se asegurarán los beneficios obtenidos a través de la implementación de mejoras, la cual se ve reflejada en el reporte Plan de métricas descrito anteriormente.

Todos los reportes que se generen pasarán a formar parte del repositorio de datos Seis Sigma creado en el servidor 4 de la empresa Inveligent, lo que servirá de referencia para proyectos futuros.

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Resultados finales

De acuerdo a la implementación de Seis Sigma en la empresa Inveligent se obtuvieron los siguientes logros:

- σ Estandarización de la metodología seis sigma para los nuevos proyectos a desarrollar.
- σ Toma de medidas necesarias sobre las causas actuales detectadas y que generan problemas durante el desarrollo del proceso de software.
- σ Establecimiento y documentación de métricas e indicadores que se utilicen durante las fases de desarrollo del software especificando el tipo de proyecto.
- σ Eliminación de actividades que no generan valor durante el desarrollo de software.
- σ Auditoria durante la implementación de la metodología Seis Sigma en los nuevos proyectos de desarrollo.
- σ Mejor entendimiento de la metodología Seis Sigma.
- σ Mejora en la satisfacción del cliente.

Por otro lado en la parte estadística no se obtuvieron buenos resultados ya que no se pueden justificar los valores obtenidos en el cálculo de nivel Seis Sigma,

se buscaron alternativas para realizar el cálculo pero no fueron lo suficiente justificables, es decir que se requiere de una investigación más a detalle.

## 5.2 Conclusiones

De acuerdo a los datos recopilados en la investigación de campo realizada se procede a establecer conclusiones y recomendaciones que permitan contribuir a mejorar los sistemas de calidad que actualmente utiliza la empresa Inveligent.

- Se realizó la investigación sobre la metodología Seis Sigma a través del internet y de la bibliografía y se la implemento como una metodología de calidad en la empresa Inveligent.
- Se implementó la metodología Seis Sigma en la empresa Inveligent, pero no se pudo obtener el cálculo de Seis Sigma ya que los valores obtenidos no se pueden justificar, queda abierta la posibilidad de realizar una investigación para determinar cómo calcular el nivel de Seis sigma en el proceso de desarrollo de software y así medir el nivel en el que se encuentran las empresas de desarrollo de software con respecto a Sigmas.
- Se definieron valores cuantitativos para las variables detectadas durante toda la fase del ciclo del software, las mismas que fueron analizadas y se las van a mejorar.
- Se determinó las causas por las cuales se generan errores durante el ciclo de vida del software aplicando herramientas de calidad y se los van a mejorar con la metodología seis sigma.
- Se determinaron varios indicadores para determinar la calidad de los procesos durante todas las fases del desarrollo de software.

- La satisfacción del cliente sobre su percepción del producto y/o servicio, es posible determinarla y medirla a través del desarrollo de una encuesta.

El aumento de la satisfacción del cliente se realiza a través de la minimización de los defectos de producción y del control de los factores críticos de calidad.

- La mejora de la conformidad de los productos software se logra a través del control, análisis y toma de acciones correctivas y preventivas de las variables críticas que afectan la calidad.
- El ciclo DMAIC es una herramienta que permite la administración de procesos, con la finalidad de mejorar continuamente los objetivos de los mismos, eliminando las oportunidades de cometer defectos y rediseñando los procesos si es necesario.
- La participación del personal y equipo de trabajo es de gran importancia al implementar Seis Sigma. En la ejecución de proyectos de mejora, se involucran desde los altos directivos hasta el personal operativo, generando con esto una cultura de liderazgo y motivación.
- Seis Sigma es una herramienta de apoyo al sistema de gestión de calidad de la empresa Inveligent, desarrollando de una forma más avanzada y técnica los principios de administración por procesos, participación del personal, decisiones basadas en hechos, y el enfoque al cliente, utilizando herramientas estadísticas y de mejora.

- En la empresa Inveligent específicamente en el área de desarrollo se observó que al disminuir los reprocesos y adecuando las actividades del proceso de desarrollo de software hay una disminución de los costos.

### **5.3 Recomendaciones**

- σ La implementación de Seis Sigma requiere desarrollar funciones y responsabilidades específicas por proceso para todo el personal que participe.
- σ La participación del personal en la formación del equipo de trabajo debe iniciar con el compromiso e involucramiento de la alta dirección y continuar con la estructura organizacional de la empresa hasta llegar al nivel operativo.
- σ Los programas de capacitación para la formalización de equipos de trabajo deben ser impartidos permanentemente para alcanzar las metas planteadas.  
  
No es posible alcanzar ninguna mejora si no se dispone con el personal competente.
- σ El desarrollo de Seis Sigma debe incluir tres enfoques principales: la administración de procesos, la mejora de procesos y el diseño de procesos. Si uno de los enfoques mencionados anteriormente no se lleva a cabo la metodología Seis Sigma estará incompleta.

- σ La Gerencia debe tomar en cuenta el enfoque de gestión de Seis Sigma ya que este se centra en la reducción de errores y pérdidas innecesarias de recursos materiales, humanos y tiempo.
- σ Con el aseguramiento de calidad en los procesos de desarrollo de software se obtendrá un incremento significativo de la productividad dentro de empresa y la obtención de ventajas competitivas en el mercado.
- σ La Gerencia de la empresa debe tomar en cuenta que Seis Sigma está enfocado a la relación directa entre calidad y los costos y en mejorar los procesos para la reducción de defectos y errores.
- σ La inclusión de Seis Sigma como ayuda a un sistema de gestión de calidad desarrollado a través de la norma ISO 9000, debe realizarse como una metodología de apoyo para desarrollar de una manera más técnica los principios de trabajo en equipo, medición y control de procesos, mejora continua, entre otros.
- σ Para determinar los resultados de éxito de una buena implementación de una metodología de calidad como Seis Sigma, es a través de la percepción del cliente hacia el producto o servicio que brinda la empresa. Las encuestas son una herramienta para poder medir la satisfacción del cliente, estas deben implementarse como apoyo al principio de enfoque al cliente estipulado en un sistema de gestión de calidad.
- σ Manejar herramientas que apoyen al control de proyectos de Desarrollo de software y permitan tomar decisiones de mejoramiento continuo, para obtener un software de calidad.

- σ Utilizar metodologías que promuevan la aplicación de buenas prácticas durante el proceso de desarrollo de software.

## BIBLIOGRAFÍA

- σ Monge Daniel y Mosquera Vanessa V. (2009). Estudio de la Aplicación de Técnicas de Calidad al Proceso de Desarrollo de Software
- σ Chrissis, Konrad, Shrum; Mary Beth, Mike, Sandy (2007), Guidelines for Process Integration and product Improvement. Prentice Hall.
- σ Lefcovich, Mauricio (2005), Seis Sigma Hacia un nuevo Paradigma de Gestión. Editorial Ilustrados.
- σ Stephen H. Kan (2003), Metrics And models In Software Quality Engineering Segunda Edición. Editorial Adisson – Westley.
- σ Tayntor, Christine B. (2005) Six Sigma Software Development. Editorial Auerbach.
- σ Diseño para Seis Sigma .- [http://en.wikipedia.org/wiki/Design\\_for\\_Six\\_Sigma](http://en.wikipedia.org/wiki/Design_for_Six_Sigma)
- σ Seis Sigma para el Desarrollo de Software Estudio de caso.-  
[http://www.isixsigma.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=1372:six-sigma-software-development-case-study&Itemid=155](http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=1372:six-sigma-software-development-case-study&Itemid=155)
- σ Seis Sigma DMAIC de referencia rápida.-  
[http://www.isixsigma.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=1484&Itemid=370](http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=1484&Itemid=370)
- σ Seis Sigma para software
- σ <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=seis%2Bsigma%2Ben%2Bel%2Bsoftware&source=web&cd=10&ved=0CHMQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fciteseerx.ist.psu.edu%2Fviewdoc%2Fdownload%3Fdoi%3D10.1.1.91.6736%26rep%3Drep1%26type%3Dpdf&ei=38WETpCxMsTDgQeN5bkq&usg=AFQjCNF9N6paHrwlqhSnLdWfuOQO2CWteA&cad=rja>
- σ Seis Sigma en ti.- <http://www.sappiens.com/castellano/articulos.nsf/>
- σ Seis Sigma en el Software.- <http://www.detextiles.com/files/6%20SIGMA.pdf>

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### Anexo A. 1 Datos para los cálculos de las variables

El presente anexo presenta los datos con los cuales fueron realizados los cálculos de las variables del capítulo 4 punto 4.1.2.3

#### Cuadro A. 1 Variable días de retraso en los proyectos

Días de retraso			
Tipo de servicio	Tiempo inicial (días)	Tiempo adicional (días)	Porcentaje adicional
WMS para Bodegas	240	90	37.5
Fuerza de Ventas	210	30	14.29
Módulo de conteo cíclico	60	10	16.67
Préstamo de herramientas	60	5	8.33
Otros	30	1	3.33

#### Cuadro A. 2 Variable motivación al personal contratado

Motivación del personal				
Calificación	Meses			
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
[0 - 5]	0	0	0	0%
[6 - 10]	4	5	7	44.44
[11 - 15]	8	7	3	50.00
[16 - 20]	1	1	2	11.11

#### Cuadro A. 3 Variable salud ocupacional

Salud Ocupacional				
Meses	Número de veces			
	1 vez	2 veces	3 veces	4 veces
Septiembre	3	0	0	0
Octubre	0	2	0	0
Noviembre	0	1	0	0

#### Cuadro A. 4 Variable nivel de comunicación

Nivel de comunicación				
Análisis	Diseño	Programación	Pruebas	Implementación
15%	7%	15%	10%	14%

### Cuadro A. 5 Variable reprocesos

<b>Reprocesos</b>	
<b>Tipo de proyecto</b>	<b>N° veces</b>
WMS para bodegas	4
Módulo de conteo cíclico	2
Fuerza de Ventas	1
Préstamo de herramientas	2
Otros	1

### Cuadro A. 6 Variable desempeño

<b>Desempeño</b>	
<b>Puntos</b>	<b>Calificación %</b>
Puntualidad	80
Responsabilidad	100
Trabajo en equipo	90
Liderazgo	70
Presentación	70

### Cuadro A. 7 Variable mala organización de recursos

<b>Mala organización de recursos</b>	
<b>Tipo de proyecto</b>	<b>N° personas</b>
WMS para bodegas	6
Módulo de conteo cíclico	1
Fuerza de Ventas	2
Préstamo de herramientas	2
Vocollect	1
Otros	0
Soporte técnico	0

## ANEXO B

### Anexo B. 1 Información de una de las reuniones del equipo de trabajo Seis Sigma.

El presente anexo contiene la información de una de las reuniones mantenidas con el equipo de trabajo Seis Sigma.

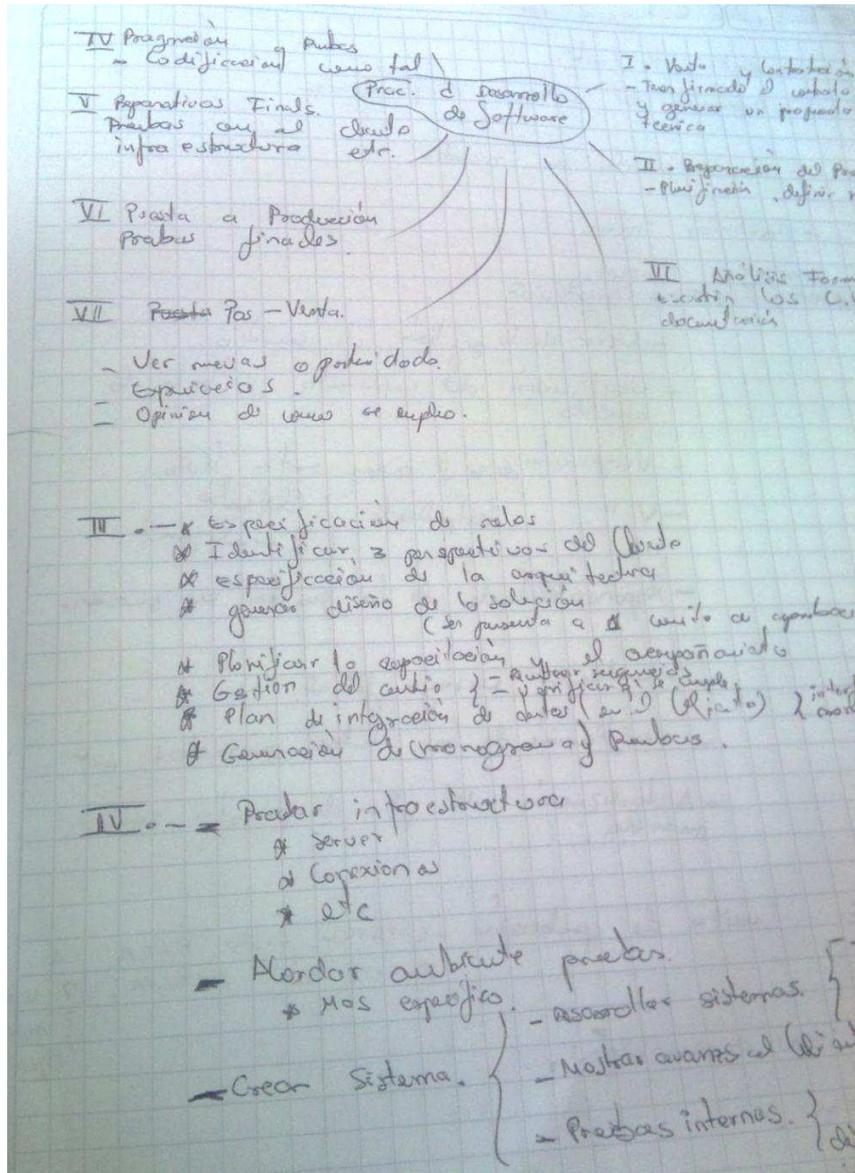


Figura A. 1 Reuniones del equipo de trabajo Seis Sigma

## ANEXO C

### Anexo C. 1 Equipo de trabajo Inveligent

El presente anexo contiene al equipo de trabajo de la empresa Inveligent.



**Figura A. 2 Equipo de trabajo de la organización Inveligent**

## **BIOGRAFÍA**

RAQUEL IZA CHORLANGO

Nació el 16 de Febrero de 1986, en la ciudad de Quito, Inició sus estudios en el Jardín de Infantes Isolina Viteri, continuando con el nivel primario en la escuela Juan León Mera, donde se destacó como abanderada del pabellón Nacional, el nivel secundario lo curso en el Colegio Técnico Humanístico Experimental Quito, donde se graduó de bachiller en la especialidad de Físico Matemático.

Sus estudios Superiores los inició en la Escuela Politécnica del Ejército, donde egresó en la carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática.

Obtuvo el certificado de la suficiencia en el idioma inglés en la Escuela Politécnica del Ejército de idiomas.

Laboralmente ha desempeñado los cargos de Asistente del área de proyectos y posteriormente como Programador en la empresa Inveligent; ha intervenido en varias proyectos y ha dirigido reuniones con el cliente durante todas las fases del ciclo de desarrollo de software.

Ha asistido a capacitaciones CMMI como representante de la empresa Inveligent.

Ha trabajado con el sistema de reconocimiento de voz (Voice Picking) el mismo que ha implementado en varias empresas del país.

# HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADA(O) POR

---

Raquel Iza

COORDINADOR DE LA CARRERA

---

Ingeniero Mauricio Campaña

Quito, Enero del 2012

