

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Propuesta de Mejoramiento del Proceso de Originación de un  
Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la  
provincia de Pichincha aplicando las etapas Definir, Medir y  
Analizar de la Metodología  
Lean Seis Sigma**

**Diego Fernando Guilcapi Durán**

Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Ingeniería Industrial

Quito, Julio 2010

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio Politécnico**

## **HOJA DE APROBACION DE TESIS**

**Propuesta de Mejoramiento del Proceso de Originación de un  
Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la  
provincia de Pichincha aplicando las etapas Definir, Medir y  
Analizar de la Metodología  
Lean Seis Sigma**

**Diego Fernando Guilcapi Durán**

Danny Navarrete, MSc.  
Director de Tesis y  
Miembro del Comité de Tesis

.....  
Firma

Ximena Córdova, Ph.D.  
Miembro del Comité de Tesis

.....  
Firma

Daniel Merchán, MSc  
Miembro del Comité de Tesis

.....  
Firma

Quito, Julio 2010

© Derechos de Autor  
Diego Guilcapi Durán  
2010

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada al único que merece toda la admiración, todo el honor y toda la gloria: Dios. Él es quien me dio la vida, quien a través de su Palabra me enseña cada día a disfrutarla y conservarla, quien me ama sin esperar que yo le ame, en quien puedo confiar sin importar las circunstancias; quien nunca me ha soltado de su mano; quien me ha dado un propósito; quien me ha enseñado que lo más valioso que existe en esta vida, no son los títulos, las profesiones o las empresas, sino es el amor por los seres humanos.

Porque “si yo hablase lenguas humanas y angélicas, y no tengo amor, vengo a ser como metal que resuena, o címbalo que retiñe. Y si tuviere profecía, y entendiese todos los misterios y toda ciencia, y si tuviese toda la fe, de tal manera que trasladase los montes, y no tengo amor, nada soy. Y si repartiese todos mis bienes para dar de comer a los pobres, y si entregase mi cuerpo para ser quemado, y no tengo amor, de nada me sirve. El amor es sufrido, es benigno; el amor no tiene envidia, el amor no es jactancioso, no se envanece; no hace nada indebido, no busca lo suyo, no se irrita, no guarda rencor; no se goza de la injusticia, mas se goza de la verdad. Todo lo sufre, todo lo cree, todo lo espera, todo lo soporta”.

1 Corintios 13 1-7

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos están dirigidos a las siguientes personas:

A mi madre, porque es ella quien hizo posible que estudie en la USFQ. Quien confió en mí y me dio la gran oportunidad de hacer posible este sueño. A ella toda la gratitud y todas las bendiciones del cielo.

A mi padre, por ayudarme a sobresalir, por las numerosas madrugadas que hicieron posible que llegara a la universidad, y por brindarme su apoyo incondicional. A él los mejores deseos y éxitos en su vida.

A mi hermana, Carlita, porque tus sabios consejos me dieron aliento para afrontar los tiempos difíciles. Te quiero mucho y le doy gracias al Señor por haberte puesto en mi camino para que pueda aprender de ti.

A mi hermano, Carlitos, porque más que un hermano, eres un gran amigo. Te quiero mucho y adelante con todos tus sueños

A mi Tía Lauri, por su tiempo, su bondad, su amor y su cariño. A ella, todo el cariño, gratitud y amistad.

A Edu, porque gracias a ti, pude ver y conocer a Dios. Te debo en gran parte lo que ahora soy. Gracias por no rendirte conmigo; eres un gran amigo.

A Danny, por brindarme la oportunidad de trabajar contigo y enseñarme el valor de un compromiso. Dios te bendiga Danny.

A mi colegio, en especial a Xavier Rivera, quien desinteresadamente me ayudó a conseguir una beca en la USFQ. Gracias por todo Xavier.

A Héctor Andrés Vergara, Patricio Cisneros, Daniel Merchán y Ximena Córdova, por su gran esfuerzo en inculcar lo que con mucho sacrificio aprendieron.

A José Antonio, por su gran apoyo y esmero en brindarme sus valiosos conocimientos.

A todas las personas que no alcanzo a mencionar, pero no menos importantes. Muchas gracias por su apoyo.

## RESUMEN

El presente proyecto es una aplicación de las fases: Definir, Medir y Analizar de la metodología Lean Seis Sigma en el proceso de Originación de un crédito hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la provincia de Pichincha.

Así, se desarrollaron alternativas para mejorar el proceso, y en especial para optimizar dos métricas fundamentales del mismo referentes al costo promedio de procesar un trámite y al tiempo promedio de las etapas del proceso cuya responsabilidad es exclusiva del proceso operativo. Dichas mejoras permitieron rediseñar este proceso implantando conceptos Lean y eliminando la causas raíces encontradas.

Cabe indicar que a lo largo del proyecto se emplearon los siguientes conceptos: identificación de problemas organizacionales, diagramas de Pareto, flujogramas, SIPOC, Project charter, planes del proyecto, planes de medición, estudio de tiempos, modelo de costos, análisis de valor, diseño de experimentos, análisis de regresión, 8 desperdicios, 5 S, flujo continuo y pruebas de hipótesis; lo que permitió basar las mejoras en herramientas técnicas y efectivas.

## **ABSTRACT**

The present project is an application of the Lean Six Sigma methodology (Phases: Define, Measure and Analyze) in the IESS Loan process developed by Tata Consultancy Services in Pichincha.

Anyway, this thesis gives alternatives to improve technically the process and design a better one. Moreover, it optimizes the process average cost and the process average time, and applies Lean and Six Sigma tools such as: Pareto's diagram, flow charts, SIPOC, Project Charter, Projects Plans, Measuring Plans, Time studies, Costs Model, Value-add and non Value-add analysis, Design of Experiments, Regression Analysis, 8 wastes, 5S, continuous flow and tests of hypothesis.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS .....	2
OBJETIVO GENERAL .....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA TATA CONSULTANCY SERVICES (TCS).....	2
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	4
1. CAPÍTULO I.....	4
1.1 MARCO TEÓRICO .....	4
1.1.1 Historia de la Metodología Lean Seis Sigma .....	4
1.1.2 Características Generales de Lean Seis Sigma.....	5
1.1.3 Lean Seis Sigma (LSS) Aplicado a Servicios .....	12
1.1.4 Las leyes de Lean Seis Sigma .....	14
1.1.5 Fase Definir .....	15
1.1.5.1 Objetivo de la Fase Definir.....	16
1.1.5.2 Entregables de la Fase Definir.....	16
1.1.5.3 Procedimiento empleado en la Fase Definir.....	16
1.1.6 Fase Medir .....	18
1.1.6.1 Objetivo de la Fase Medir .....	18
1.1.6.2 Entregables de la Fase Medir .....	19
1.1.6.3 Procedimiento empleado en la Fase Medir .....	19
1.1.7 Fase Analizar.....	21
1.1.7.1 Objetivo de la Fase Analizar.....	21
1.1.7.2 Entregables de la Fase Analizar .....	21
1.1.7.3 Procedimiento empleado en la Fase Analizar.....	22
1.1.8 Fase Mejorar .....	23
1.1.8.1 Objetivo de la Fase Mejorar.....	23
1.1.8.2 Entregables de la Fase Mejorar.....	23
1.1.8.3 Procedimiento empleado en la Fase Mejorar .....	24
1.1.9 Fase Controlar .....	25
1.1.9.1 Objetivo de la Fase Controlar.....	25



1.1.9.2 Entregables de la Fase Controlar .....	26
1.1.9.3 Procedimiento empleado en la Fase Controlar .....	26
1.1.10 Herramientas empleadas de la Metodología Lean Seis Sigma.....	28
2.1 METODOLOGÍA .....	37
2.1.1 Fase Definir .....	37
2.1.1.1 Fase Reconocer .....	37
2.1.1.2 Integración del Equipo del Proyecto.....	38
2.1.1.3 Determinación del Alcance del Proyecto.....	38
2.1.1.4 Creación y Validación del Diagrama de Flujo y el SIPOC del Proceso .....	41
2.1.1.5 Descripción del Enunciado del Problema y las Metas .....	44
2.1.1.6 Elaboración del plan de comunicación y el plan de riesgos.....	47
2.1.1.7 Desarrollo de la planificación de las actividades del proyecto.....	49
2.1.2 Fase Medir .....	50
2.1.2.1 Identificación de las entradas, salidas y variables del proceso relevantes al proyecto .....	50
2.1.2.2 Elaboración del plan de recolección de la información.....	51
2.1.2.3 Recopilación de datos para establecer las líneas base del proyecto.....	55
2.1.2.3.1 Costo operativo actual del proceso.....	55
2.1.2.3.2 Tiempo de las etapas del trámite hipotecario.....	61
2.1.3 Fase Analizar.....	63
2.1.3.1 Análisis de Valor del Proceso.....	63
2.1.3.2 Diagrama de Pareto del Costo de las actividades del proceso operativo.....	65
2.1.3.3 Análisis del tiempo de las etapas del trámite hipotecario .....	66
2.1.3.4 Propuesta de mejora del proceso operativo .....	70
3. Conclusiones y Recomendaciones .....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo A: DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO OPERATIVO .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
A.1. SUBPROCESO AVALÚOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

A.2. SUBPROCESO CAMBIO DE COBERTURA; **Error! Marcador no definido.**

A.3. SUBPROCESO LEGAL.....; **Error! Marcador no definido.**

A.4. SUBPROCESO PROCESAMIENTO DE ANEXOS ; **Error! Marcador no definido.**

A.5. SUBPROCESO GARANTÍAS Y DIGITALIZACIÓN ; **Error! Marcador no definido.**

Anexo B. ACTIVIDADES TIPO A Y TIPO B DEL PROCESO OPERATIVO,  
FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN ..... ; **Error! Marcador no definido.**

B.1. ACTIVIDADES TIPO A Y TIPO B DE LOS SUBPROCESOS AVALÚOS Y  
CAMBIO DE COBERTURA .....; **Error! Marcador no definido.**

B.2. ACTIVIDADES TIPO A Y TIPO B DEL SUBPROCESO LEGAL. ; **Error!  
Marcador no definido.**

B.3. ACTIVIDADES TIPO A Y TIPO B DE LOS SUBPROCESOS  
PROCESAMIENTO DE ANEXOS Y GARANTÍAS Y DIGITALIZACIÓN  
.....; **Error! Marcador no definido.**

Anexo C: CÁLCULO DEL COSTO DEL PROCESO; **Error! Marcador no definido.**

C.1. COSTO POR HORA DE UNA PERSONA DE ACUERDO AL CARGO  
QUE OCUPA Y AL ÁREA QUE PERTENECE....; **Error! Marcador no  
definido.**

C.2 TIEMPOS OBSERVADOS EN LAS ACTIVIDADES TIPO A ..... ; **Error!  
Marcador no definido.**

C.3 TIEMPOS OBSERVADOS EN LAS ACTIVIDADES TIPO B ..... ; **Error!  
Marcador no definido.**

C.4. CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS OPERARIOS APLICANDO  
LOS FACTORES HABILIDAD Y ESFUERZO DEL SISTEMA  
WESTINGHOUSE .....; **Error! Marcador no definido.**

C.5 CÁLCULO DEL COSTO DE LOS 5 SUBPROCESOS QUE  
INTERVIENEN EN EL PROCESO OPERATIVO; **Error! Marcador no  
definido.**

Anexo D: TIEMPO DE LAS ETAPAS DEL TRÁMITE HIPOTECARIO; **Error!  
Marcador no definido.**

Anexo E: ANÁLISIS DE VALOR DEL PROCESO OPERATIVO; **Error! Marcador no definido.**

E.1 MATRICES DE VALOR AGREGADO.....; **Error! Marcador no definido.**

Anexo F: CÁLCULO DEL TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES TIPO A, B, C Y D EN LAS ETAPAS DEL TRÁMITE HIPOTECARIO; **Error! Marcador no definido.**

F.1 CÁLCULO DE LOS INTERVALOS DE CONFIANZA DE LOS TAMAÑOS DE LOTE EMPLEADOS EN EL PROCESO OPERATIVO..... ; **Error! Marcador no definido.**

F.2 DESCOMPOSICIÓN DEL TIEMPO DE LAS ETAPAS DEL TRÁMITE HIPOTECARIO .....; **Error! Marcador no definido.**

F.3 DISEÑO EXPERIMENTAL DEL TIEMPO PROMEDIO DE LAS ETAPAS DEL TRÁMITE HIPOTECARIO .....; **Error! Marcador no definido.**

Anexo G: FLUJOGRAMA Y MATRIZ DE VALOR DEL NUEVO PROCESO OPERATIVO ..... ; **Error! Marcador no definido.**

Anexo H: PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA DIFERENCIA DE MEDIAS DEL COSTO DEL PROCESO OPERATIVO Y DEL COSTO DEL NUEVO PROCESO OPERATIVO ..... ; **Error! Marcador no definido.**

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
Figura 1: Desarrollo Histórico de Lean Seis Sigma .....	5
Figura 2: Procedimiento General empleado en las 5 Fases de la Metodología DMAIC Lean Seis Sigma.....	5
Figura 3: Los 8 desperdicios.....	8
Figura 4: Fases de la Metodología Seis Sigma .....	11
Figura 5: Evolución de las metodologías Lean y Seis Sigma a Lean Seis Sigma .....	11
Figura 6: Bajos costos a través de Lean Seis Sigma.....	13
Figura 7: Procedimiento de la Fase Definir.....	18
Figura 8: Procedimiento de la Fase Medir .....	21
Figura 9: Procedimiento de la Fase Analizar .....	23
Figura 10: Procedimiento de la Fase Mejorar .....	25
Figura 11: Procedimiento de la Fase Controlar .....	27
Figura 12: Simbología utilizada en la diagramación de procesos.....	29
Figura 13: Diferencia entre flujo continuo y discontinuo .....	35
Figura 14: Diagrama de Pareto del número de operaciones realizadas en el año 2009 según el tipo de crédito.....	39
Figura 15: Diagrama de Pareto del monto total entregado en el año 2009 según el tipo de crédito .....	39
Figura 16: Diagrama de Pareto del número de operaciones realizadas en cada provincia .....	40
Figura 17: Diagrama de Pareto del monto total entregado en el año 2009 según la provincia .....	40
Figura 18: Interrelación de los procesos existentes en el Macroproceso: Origenación de Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la Provincia de Pichincha .....	42
Figura 19: Descomposición del Proceso Operativo .....	42

Figura 20: Diagrama de Pareto del número de casos resultantes del subproceso Avalúos .....	43
Figura 21: Sipoc del Proceso Operativo. ....	43
Figura 22: Project Charter .....	46
Figura 23: Diagrama de Gantt de las actividades planificadas en Diciembre del 2009 .....	50
Figura 24: Diagrama de Pareto del costo de las Actividades del proceso operativo .	65
Figura 25: Diagrama de pareto del tiempo promedio del trámite hipotecario con cambio de cobertura y sin cambio de cobertura .....	68
Figura 26: Diagrama de Pareto de Respuesta Informe de Avalúo .....	74
Figura 27: Esquema del Anaquel de Front Operativo.....	77
Figura 28: Diagrama de Flujo del Subproceso Avalúos; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 29: Continuación del Diagrama de Flujo del Subproceso Avalúos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 30: Diagrama de flujo del Subproceso Cambio de Cobertura ; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 31: Diagrama del flujo del Subproceso Legal ... ; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 32: Continuación del Subproceso legal (parte 1)..... ; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 33: Continuación del Subproceso Legal (parte 2)..... ; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 34: Diagrama de flujo del Subproceso Procesamiento de Anexos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 35: Diagrama de Flujo del Subproceso Garantías y Digitalización .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 36: Gráfica de probabilidad normal de las estimaciones de los efectos . ; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 37: Gráficas utilizadas para verificar las suposiciones del ANOVA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 38: Tiempo promedio de las etapas del trámite Vs Tiempo promedio Etapa 6 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 39: Diagrama de flujo del subproceso avalúos del nuevo proceso operativo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 40: Diagrama de flujo del subproceso cambio de cobertura del nuevo proceso operativo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 41: Diagrama de flujo del subproceso legal del nuevo proceso operativo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 42: Continuación del diagrama de flujo del subproceso legal del nuevo proceso operativo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 43: Diagrama de flujo del subproceso procesamiento de anexos del nuevo proceso operativo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 44: Diagrama de flujo del subproceso Garantías y Digitalización del nuevo proceso operativo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 1: Relación del Nivel Sigma, los DPMO y el Rendimiento del proceso.....	10
Tabla 2: Sistema de Calificación de Habilidades de Westinghouse .....	33
Tabla 3: Sistema de Calificación de Esfuerzo de Westinghouse .....	34
Tabla 4: Plan de Comunicación.....	48
Tabla 5: Plan de Riesgos.....	49
Tabla 6: Variables utilizadas para calcular el costo mensual por persona.....	56
Tabla 7: Suplemento del proceso operativo manejado por TCS .....	58
Tabla 8: Costo para procesar un trámite por cada subproceso .....	60
Tabla 9: Costo del proceso operativo .....	61
Tabla 10: Información de los tiempos de las etapas del trámite .....	62
Tabla 11: Resultados de las matrices de Valor Agregado .....	63
Tabla 12: Intervalos de confianza de los tamaños de lote utilizados en el proceso operativo.....	67
Tabla 13: Tiempos promedios mínimos y máximos empleados (en horas) en las actividades de las etapas del trámite hipotecario .....	67
Tabla 14: Resultados de las nuevas matrices de valor agregado y del nuevo costo de los distintos subprocesos del proceso operativo .....	78
Tabla 15: Comparación de los rangos del costo promedio del proceso operativo con el costo promedio del nuevo proceso operativo .....	79
Tabla 16: Matriz de prioridades para implantación de mejoras .....	81
Tabla 17: Plan de control de las mejoras encontradas en el proceso operativo.....	81
Tabla 18: Información del Subproceso Avalúos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 19: Continuación de la Información del Subproceso Avalúos. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 20: Información del Subproceso Cambio de Cobertura..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 21: Información del Subproceso Legal .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 22: Continuación de la Información del Subproceso Legal (parte 1) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 23: Continuación de la Información del Subproceso Legal (parte 2) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 24: Información del Subproceso Procesamiento de Anexos .. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 25: Continuación de la Información del Subproceso Procesamiento de Anexos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 26: Información del Subproceso Garantías y Digitalización.... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 27: Continuación de la Información del Subproceso Garantías y Digitalización .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 28: Información de las Actividades tipo A y tipo B de los Subproceso Avalúos y Cambio de Cobertura .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 29: Información de las Actividades tipo A y tipo B del Subproceso Legal <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 30: Información de las Actividades tipo A y tipo B de los Subprocesos Procesamiento de Anexos y Garantías - Digilización .. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

- Tabla 31: Cargo, área y costo de cada operario..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 32: Tiempos observados en las Actividades tipo A..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 33: Continuación de los tiempos observados en las Actividades tipo A .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 34: Tiempos observados en las Actividades tipo B..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 35: Calificaciones del Desempeño de los operarios ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 36: Componentes para el cálculo del costo del Subproceso Avalúos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 37: Continuación de los componentes para el cálculos del costo del Subproceso Avalúos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 38: Componentes para el cálculo del costo del Subproceso Cambio de Cobertura..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 39: Componentes para el cálculo del costo del Subproceso Legal..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 40: Componentes para el cálculo del costo del Subproceso Procesamiento de Anexos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 41: Componentes para el cálculo del costo del Subproceso Garantías y Digitalización ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 42: Tiempos de las etapas involucradas en el crédito hipotecario imputables al proceso operativo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 43: Continuación de los tiempos de las etapas del trámite hipotecario imputables al proceso operativo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 44: Matriz de Valor Agregado del Subproceso Avalúos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 45: Matriz de Valor Agregado del Subproceso Legal..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 46: Matriz de Valor Agregado del Subproceso Cambio de Cobertura ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 47: Matriz de Valor Agregado del Subproceso Procesamiento de Anexos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 48: Matriz de Valor Agregado del Subproceso Garantías y Digitalización **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 49: Tamaños de lote empleados en el proceso operativo . **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 50: Etapas analizadas del trámite hipotecario ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 51: Descomposición del tiempo de las etapas del trámite hipotecario..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 52: Resumen de la descomposición del tiempo de las etapas del trámite hipotecario ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 53: Niveles de los 6 factores utilizados en el diseño experimental ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 54: Corridas y datos empleados en el diseño experimental ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 55: ANOVA del tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 56: Matriz de valor agregado del subproceso Avalúos del nuevo proceso operativo..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 57: Matriz de valor agregado del subproceso cambio de cobertura del nuevo proceso operativo ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 58: Matriz de valor agregado del subproceso legal del nuevo proceso operativo ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 59: Matriz de valor agregado del subproceso procesamiento de anexos del nuevo proceso operativo ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 60: Matriz de valor agregado del subproceso Garantías y Digitalización del nuevo proceso operativo ..... **¡Error! Marcador no definido.**



## INTRODUCCIÓN

Existe en el Ecuador, una entidad pública llamada Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) que entre diversas funciones está encargada de proveer créditos para vivienda terminada, renovación, construcción y compra de cartera. Es así, que ha delegado a la empresa Tata Consultancy Services (TCS) la administración de todas las operaciones relacionadas al manejo de estos créditos.

De esta forma, la presente tesis busca proponer alternativas que mejoren el proceso operativo del macroproceso “Origenación de un crédito hipotecario para vivienda terminada para la provincia de Pichincha”, siendo este el primer proyecto de mejora continua que se realiza en el área de manejo de operaciones de los créditos hipotecarios del IESS.

Para esto, se emplean las tres primeras fases de la Metodología Lean Seis Sigma (Definir, Medir y Analizar). Así, se diseña un nuevo proceso operativo que reduce el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario y disminuye el costo promedio incurrido en este proceso.

En primer lugar, se **define** el problema mediante la realización de entrevistas con los actores del proceso y mediante el levantamiento de información referente al mismo. Se utilizan diagramas de Pareto, diagramas de flujo, SIPOC y 4W y 1 H. Después se resume esta fase en un Project charter que indica: el enunciado del problema, las metas del proyecto, el alcance y los miembros del equipo del proyecto.

Posteriormente, en la fase **Medir** se miden los tiempos estándares de las actividades desarrollados en el proceso, los costos del proceso y los tiempos de las etapas del trámite hipotecario. De esta forma se recolectan los datos para su posterior análisis.

Luego, en la fase **Analizar** se analizan estadísticamente los datos recolectados en la fase anterior. Así, se identifican los factores críticos que repercuten en el funcionamiento del proceso. Para esto se emplean herramientas como: Análisis de Valor, Diagramas de Pareto, Diseño de Experimentos, Análisis de

regresión, Pruebas de Hipótesis y herramientas Lean entre las que destacan: 8 desperdicios, flujo continuo y 5S. Con ello, se desarrolla un nuevo proceso operativo que cumple en su mayor parte con los objetivos del proyecto.

Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### ***OBJETIVO GENERAL***

- Proponer un nuevo proceso operativo que permita disminuir el costo y el tiempo del mismo.

### ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

- Reducir en un 10% el costo promedio de las actividades del Proceso Operativo del macroproceso Originación de un Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada para la provincia de Pichincha.

- Disminuir en un 10% el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario manejados directamente por el proceso operativo.

## **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA TATA CONSULTANCY SERVICES (TCS)**

TATA es un conjunto de empresas fundada por Jamsetji Nusserwanji Tata en 1868. Así, comenzó como una compañía de comercio situada en Bombay e impulsó negocios pioneros en los sectores textiles, metalúrgicos, en la industria de energía y en el turismo. El primer proyecto industrial que desarrolló fue la creación de la

empresa textil Empress Mills, establecida en el centro de India, Nagpur en 1877. Las grandes visiones del fundador eran establecer una compañía de hierro y de acero que genere energía hidroeléctrica y crear una institución que fomente conocimiento científico en la India (Tata Group).

En los últimos años esta empresa se ha expandido mundialmente creando oportunidades de desarrollo e involucrándose en distintos países. Esta expansión comenzó con la adquisición de empresas extranjeras. De esta forma, las primeras adquisiciones fueron Tata Tea en el 2000, Daewoo Motors proveniente de Corea del Sur en el 2004, NatSteel de Singapur y Brunner Mond Group del Reino Unido en el 2005. Pero, la adquisición de mayor importancia fue realizada en el 2007, consiguiendo la empresa de acero Corus (*The Anglo-Dutch giant*) de Alemania. Finalmente en el 2008 consiguió la compra de las marcas Jaguar y Land Rover del Reino Unido (Tata Group).

En 1990, Tata Group entra en el mercado Latinoamericano principalmente con el nombre de Tata Consultancy Services (TCS), que es una empresa de consultoría y, cuyo primer proyecto se realizó en Brasil. Así, la compañía se expandió a lo largo de 14 países de la región, obteniendo hoy en día más de 150 clientes. TCS, emplea más de 5000 personas a través de Sur América (TATA CONSULTANCY SERVICES).

En Julio del 2007, TCS incursionó al Ecuador brindando Outsourcing en los procesos de negocios para el país. Además, provee procesos de transacción, como también servicios de infraestructura con Tecnologías de Información para entidades bancarias en el país. Tata empezó a trabajar en conjunto con el Banco Pichincha como uno de sus mayores consultores de mejoramiento empresarial, con un equipo mayor a 1300 empleados. Actualmente, es socio estratégico del Banco General Rumiñahui y del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) (TATA CONSULTANCY SERVICES).

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto nace por el objetivo corporativo de Tata Consultancy Services de satisfacer las necesidades de sus clientes y disminuir los costos operativos de sus procesos. De este modo, a través de la metodología Lean Seis Sigma, busca determinar el tiempo y el costo que se encuentran presentes en el proceso operativo del macroproceso “Origenación de un crédito hipotecario para vivienda terminada del IESS”; para luego diseñar un nuevo proceso que cumpla con las expectativas de sus clientes directos (IESS) y clientes indirectos (Afiliados al IESS), y permita reducir el costo y el tiempo del proceso.

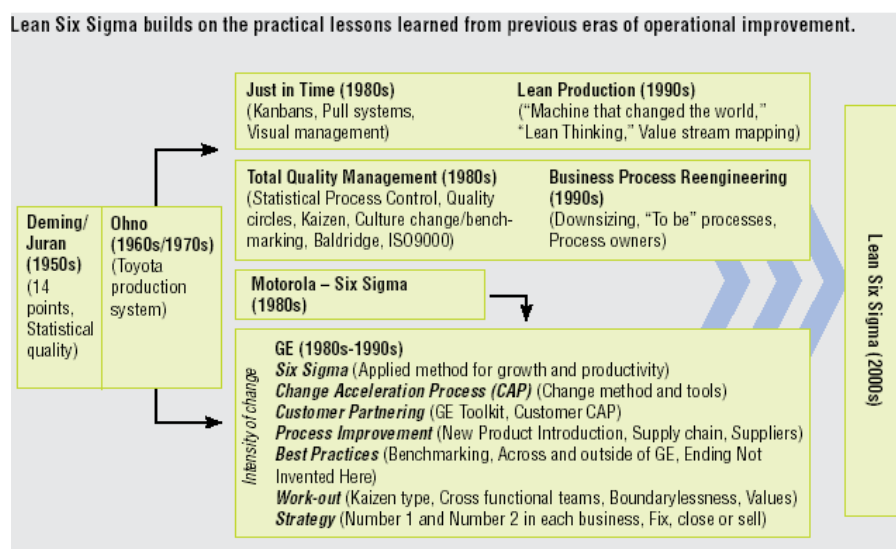
### **1. CAPÍTULO I**

#### **1.1 MARCO TEÓRICO**

##### **1.1.1 Historia de la Metodología Lean Seis Sigma**

Lean Seis Sigma es una metodología que nació de la necesidad de integrar dos metodologías ya existentes como Lean y Seis Sigma. Así, apareció en una época en la que la mayor presión para el área de manufactura estaba en la calidad y velocidad de fabricación de los productos, aspectos que tanto Lean como Seis Sigma no podían trabajar en conjunto. Los primeros adoptantes de Lean Seis Sigma surgieron “en las funciones de servicio de apoyo de las organizaciones de fabricación, como GE Capital, Caterpillar Finanzas, y Lockheed Martin” (Army Business Transformation Knowledge Center).

Además, a nivel histórico esta metodología ha surgido como lo representa el siguiente diagrama (IBM Global Business Services anysis):



Fuente: IBM Global Business Services analysis.

Figura 1: Desarrollo Histórico de Lean Seis Sigma

### 1.1.2 Características Generales de Lean Seis Sigma

Lean Seis Sigma aplica los conceptos de Lean y Seis Sigma en una metodología de 5 fases llamada DMAIC por sus siglas en inglés (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). La siguiente figura describe el procedimiento general empleado en las 5 fases:



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolkit

Figura 2: Procedimiento General empleado en las 5 Fases de la Metodología DMAIC Lean Seis Sigma

*Según el “Army Business Transformation Knowledge Center” en forma general los conceptos que extrae de Lean son:*

Maximizar la velocidad de proceso.

- Proporcionar herramientas para el análisis de flujo de procesos y tiempos de retardo en cada actividad de un proceso.
- Centrarse en la separación del trabajo que añade valor versus el que no lo hace, para eliminar el trabajo del segundo tipo en la medida de lo posible.
- Proporcionar un medio para cuantificar y eliminar el coste de la complejidad

Para esto identifica los siguientes 8 tipos de desperdicio, o recursos que no agregan valor:

a) Talento humano desperdiciado: Este desperdicio se hace evidente por la resistencia al cambio o a nuevas ideas. Algunos ejemplos son: no involucrar a los colaboradores en el proceso de cambio, desconocimiento de otros procesos, procesos no documentados, pizarrones no actualizados, falta de conocimiento del mapa de valor y falta de comunicación (ZDM).

b) Artículos Defectuosos: Este tipo de desperdicio está relacionado con la mala calidad. Así, algunos ejemplos son: errores en documentos, defectos en productos, defectos de ruta, entregas erróneas, repetir tareas por errores, errores en etiquetas, procedimientos obsoletos, señalizaciones, entre otros (ZDM).

c) Inventario: Desperdicio relacionado con materiales y productos en exceso, no solicitados por el cliente. Ejemplos son: trabajo en proceso, materiales de oficina (lápices, bolígrafos, papel, sobres, clips), equipo de oficina (engrapadoras, navajas, copias, escritorios, sillas, archivos, computadores, impresoras), reactivos que

puedan caducar, refacciones y materiales, falta de entregas por no completar un tamaño de lote, cuellos de botella, pagos y falta de estandarización (ZDM).

d) Sobreproducción: Esta clase está relacionada con producir más allá de lo que requiere el cliente. De esta forma, producir más de lo requerido suponiendo servicios inmediatos, entregas muy tempranas, anticipos de servicio por vacaciones, solicitar recursos “por si acaso”, pre-ordenar para aprovechar descuentos, etc, son ejemplos de este desperdicio (ZDM).

e) Tiempo de espera: Este desperdicio aparece debido al desbalance de flujo en el sistema. Algunos ejemplos son: esperar a terminar otros procesos, producto inmóvil, documentos acumulados, sistema push, esperar al inicio de una junta, esperar en el teléfono, esperar a tecnologías de información, requerimientos de firmas, espera de información faltante o incompleta del proceso anterior, almacenes en espera de ser abiertos, etc (ZDM).

f) Movimiento humano innecesario: Este tipo de desperdicio se hace presente por movimientos de las personas o equipos que realizan alguna tarea. Ejemplos son: movimiento de brazos, flexiones, actos inseguros, subir y bajar la tapa de la copiadora, cortar papel, subir y bajar cajas, esquivar estorbos, abrir y cerrar puertas, etc (ZDM).

g) Transporte: Este desperdicio aparece por el movimiento innecesario de materiales, equipos y documentos. Algunos ejemplos son: traslado innecesario de materiales, documentos, faltantes, ubicación inadecuada de oficinas, cajas, servicios, filas y equipos, señalización, etc (ZDM).

h) Desperdicios en el proceso: Este desperdicio se hace notar debido a que no existe un entendimiento de las necesidades del cliente. Ejemplos son: inspecciones, mover objetos innecesariamente, generar basura, requerir llenar formatos con datos innecesarios, requerir varios niveles de firmas en compras

menores, inspeccionar innecesariamente, consumir irresponsablemente energía eléctrica, copias innecesarias, entre otros (ZDM).



Fuente: Grupo ZDM

Figura 3: Los 8 desperdicios

Además, se debe indicar que según el Lean Six Sigma Institute, el propósito de Lean es “reducir costos eliminando las mayores fuentes de desperdicio”. De esta forma, esta metodología se puede aplicar a oficinas (Lean Office), en donde se maneja a estos lugares como fábricas de información que realizan procesos y cuya comunicación es la base para una buena productividad. El SIPOC y el mapa de valor son herramientas utilizadas para detectar áreas de oportunidad en las oficinas, y permiten rediseñar los procesos y redistribuir las oficinas aumentando de esta manera la respuesta a los clientes internos y externos de la compañía (Lean Six Sigma Institute).

Por último cabe destacar, que Lean es una serie de principios para acelerar la velocidad de todos los procesos de la empresa, y no debe ser confundido con Lean Manufacturing (George 25).

*Por otro lado, de Seis Sigma los conceptos que utilizan son:*



- Hacer hincapié en la necesidad de reconocer las oportunidades y eliminar los defectos definidos por los clientes.
- Reconocer que la variación dificulta la capacidad para prestar servicios de manera fiable y de alta calidad.
- Tomar decisiones basadas en datos e incorporar un completo conjunto de herramientas de calidad en un marco de gran alcance para la resolución eficaz de problemas.
- Proporcionar una infraestructura cultural con normativas eficaces en la obtención de resultados sostenibles.

Además, la base estadística de esta metodología es la distribución normal, cuyos parámetros son: el promedio o la media aritmética " $\mu$ ", que indica el valor más representativo del conjunto de datos, y la desviación estándar " $\sigma$ " que visualiza el nivel o proporción en que los datos se alejan de la misma. Incluso este último parámetro sirve para expresar en forma numérica la amplitud de la curva normal, permitiendo conocer cuánta variación existe en la distribución (DeVore 57). La capacidad del proceso también se evalúa con este parámetro, pero adicionalmente se requieren límites de especificación impuestos por el cliente. Cabe mencionar, que la proporción de la curva que queda fuera de estos límites de especificación determina el nivel de los defectos resultantes del proceso.

Así, un nivel de calidad sigma (sigma del proceso), indica cuan frecuentemente ocurren dichos desperfectos. A mayor nivel sigma mayor es el número de defectos. Seis Sigma es el nivel más elevado de sigma en donde se propone llegar a aceptar cero defectos, pero debido a que la curva de distribución normal nunca llega a cero, se busca con este nivel aceptar 3.4 defectos por cada millón de oportunidades (DPMO) (Geoff 70).

El cálculo de un DPMO se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

**DPMO = 1.000.000 x (dt / ot), donde:**

**dt = defectos totales**

**ot** = oportunidades totales

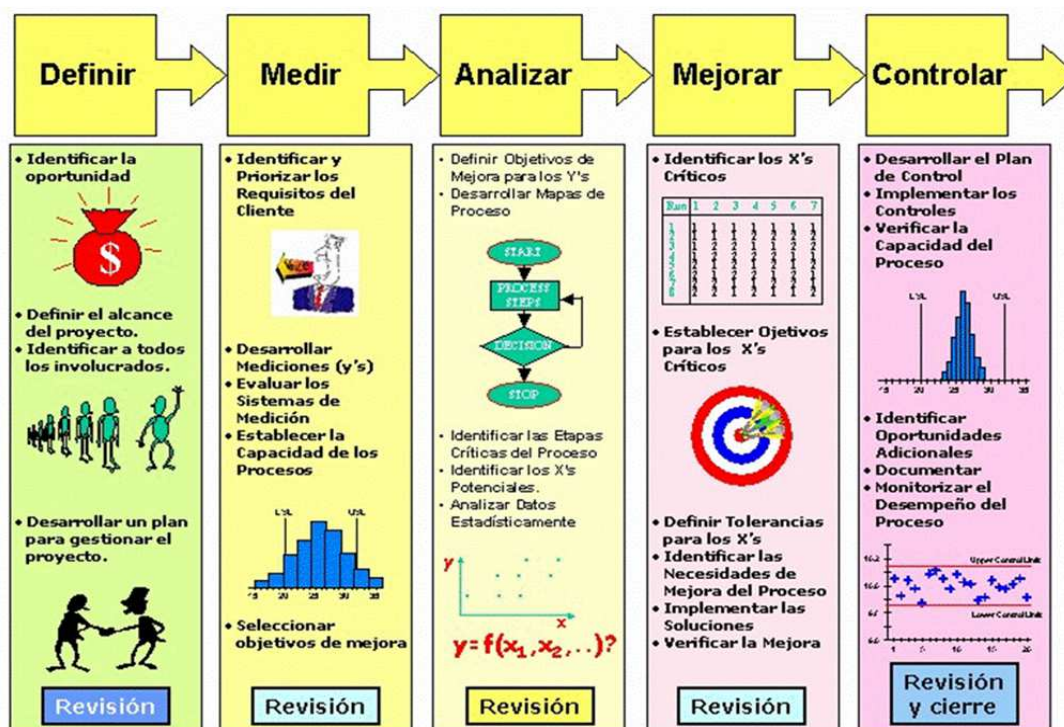
La siguiente tabla indica la relación entre el nivel sigma, los DPMO y el rendimiento del proceso

Tabla 1: Relación del Nivel Sigma, los DPMO y el Rendimiento del proceso

Rendimiento (%)	NIVEL SIGMA	DPMO	Rendimiento (%)	NIVEL SIGMA	DPMO	Rendimiento (%)	NIVEL SIGMA	DPMO
6,68	0,00	933200	69,15	2,00	308500	99,38	4,00	6200
8,455	0,13	915450	73,405	2,13	265950	99,565	4,13	4350
10,56	0,25	894400	77,34	2,25	226600	99,7	4,25	3000
13,03	0,38	869700	80,92	2,38	190800	99,795	4,38	2050
15,87	0,50	841300	84,13	2,50	158700	99,87	4,50	1300
19,08	0,63	809200	86,97	2,63	130300	99,91	4,63	900
22,66	0,75	773400	89,44	2,75	105600	99,94	4,75	600
26,595	0,88	734050	91,545	2,88	84550	99,96	4,88	400
30,85	1,00	691500	93,32	3,00	66800	99,977	5,00	230
35,435	1,13	645650	94,79	3,13	52100	99,982	5,13	180
40,13	1,25	598700	95,99	3,25	40100	99,987	5,25	130
45,025	1,38	549750	96,96	3,38	30400	99,992	5,38	80
50	1,50	500000	97,73	3,50	22700	99,997	5,50	30
54,975	1,63	450250	98,32	3,63	16800	9,999,767	5,63	23,35
59,87	1,75	401300	98,78	3,75	12200	9,999,833	5,75	16,7
64,565	1,88	354350	99,12	3,88	8800	99,999	5,88	10,05
						9,999,966	6,00	3,4

Fuente: Six Sigma: control estadístico del proceso y administración total de la calidad en manufactura y servicio

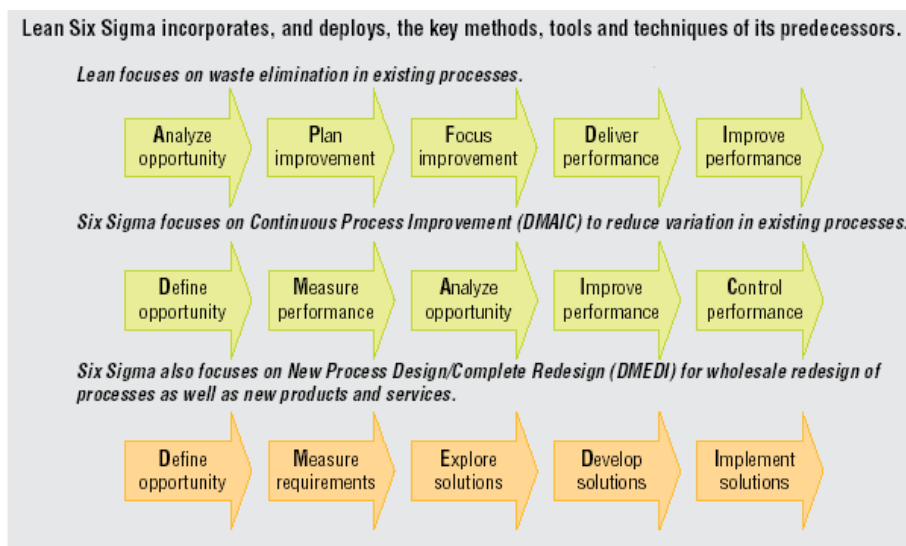
Por otra parte, Seis Sigma se puede definir como “un conjunto de herramientas estadísticas de optimización de procesos y de solución de problemas, que permite reducir la variación de productos y procesos para lograr la satisfacción total del cliente (ZDM)”. Además, esta metodología contiene el mismo número de fases que la Metodología Lean Seis Sigma y en forma general se maneja como lo presenta la siguiente figura:



Fuente: Grupo ZDM

Figura 4: Fases de la Metodología Seis Sigma

En resumen, Lean Seis Sigma integra las dos metodologías como lo representa el siguiente diagrama



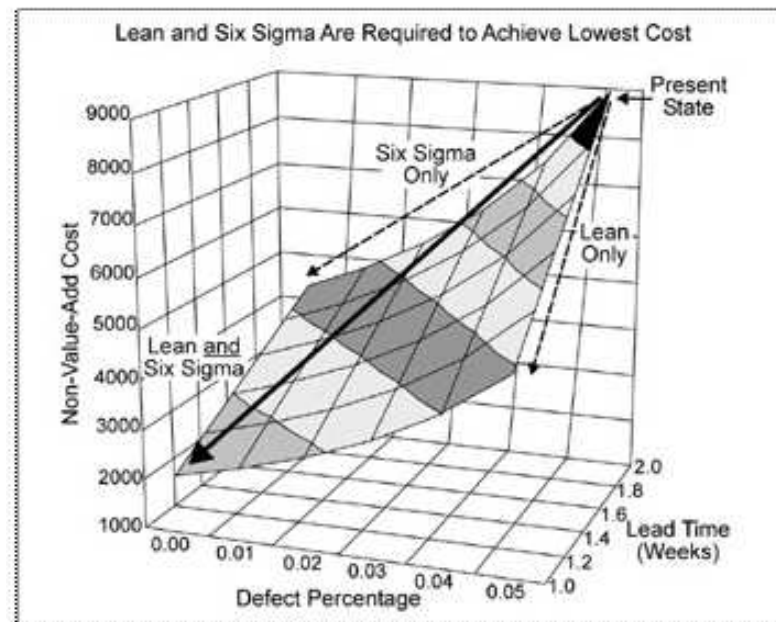
Fuente: IBM Global Business Services analysis.

Figura 5: Evolución de las metodologías Lean y Seis Sigma a Lean Seis Sigma

### 1.1.3 Lean Seis Sigma (LSS) Aplicado a Servicios

Lean Six Sigma aplicado a servicios es “una metodología de mejoramiento de los negocios que maximiza el valor para el accionista mediante el logro de la más rápida tasa de mejora de: la satisfacción del cliente, el coste, la calidad, la velocidad de proceso, y el capital invertido. La fusión de Lean y Seis Sigma métodos de mejora es necesaria porque Lean no puede llevar un proceso bajo control estadístico y Seis Sigma por sí sola no puede mejorar dramáticamente la velocidad de proceso o reducir el capital invertido. Ambos permiten la reducción del coste de la complejidad” (George 26)

Así, para mejorar los costos dentro de la estructura de la organización Lean Seis Sigma ayuda a disminuir los costos asociados al proceso, los costos asociados a la calidad y los costos asociados a la pobre calidad. Los primeros se refieren al costo de una iteración del proceso, como por ejemplo emitir un certificado, proveer de información, etc. Estos costos ocupan el 67% del costo total del proceso. Los segundos son aquellos en los que se incurre para asegurar que la calidad se mantenga en un nivel aceptable. Típicamente cada proceso incluye algunos pasos tales como inspección y aseguramiento de que el proceso trabaja adecuadamente. Este tipo de costos representan el 13% del costo total. Y finalmente, los terceros son aquellos costos en los que se incurre cuando el proceso falla y se requiere llevarlo a su condición ideal. En esta parte se incluyen los retrabajos, malas prácticas y riesgos administrativos. Este tipo de costos ocupa el 20% del costo total. Entonces, Lean Seis Sigma enfoca sus esfuerzos en observar detalladamente estos tres tipos de costos al analizar las actividades, los cuellos de botella y el rendimiento del proceso, de tal forma que se busquen las mejores soluciones para optimizar una medida o varias medidas de rendimiento del proceso. Por ejemplo, en el área de la salud cuando se reciben quejas por demoras en los reportes, en lugar de solucionar este problema aumentando personal, se investiga el problema hasta encontrar la causa raíz y encontrar soluciones viables de menor costo (Caldwell 57). La siguiente figura indica cómo para alcanzar bajos costos es necesaria la intervención de esta metodología.



Fuente: Lean Six Sigma for Services

Figura 6: Bajos costos a través de Lean Seis Sigma

Adicionalmente, en vista de que toda empresa de: Organizaciones de Servicios (Instituciones de salud, banca, administración pública, comercio minorista) e Infraestructuras de Servicios ya sea en organizaciones manufactureras y de servicios (Áreas de comercialización, ventas, contabilidad, contratación, control de producción, ingeniería, etc) se ve relacionada a los servicios, existe una gran oportunidad para aplicar Lean Seis Sigma. Una razón es que es una excelente manera de reducir los costos, dado que dichos rubros se ven inflados del 30-80% por el desperdicio (aquello que no agrega valor al producto/servicio). Y otra razón es la real necesidad de que las funciones de servicio utilicen herramientas de Lean Seis Sigma, datos de las habilidades y procesos de pensamiento, con el fin de encontrar mejoras representativas para la empresa (George 30).

Por otro parte, algunas empresas que han aplicado esta metodología son:

- Bank One, cuyos esfuerzos se vieron reflejados en la generación de millones de dólares en ingresos y el ahorro de cientos de miles de dólares en costos por reducción de desperdicio.

- Lockheed Martin, cuyos resultados permitieron ofrecer su último misil a la mitad del costo y a un tercio del tiempo de ciclo de sus competidores. Incluso ganaron el contrato Joint Strike Fighter cuyo valor estimado fue de 100 billones de dólares.

- Hospital y Clínicas Stanford, cuyo resultado fue en solo cuatro años lograr que los costos de materiales en todo el hospital se encuentren 25 millones de dólares por debajo de los costos de años anteriores.

- Fort Wayne, cuyos resultados fueron mejoras en la recolección de basura, reflejando una reducción de costos de aproximadamente 200.000 dólares al año.

Cabe indicar que todas estas organizaciones reconocieron que su éxito tuvo lugar debido a dos principios: aumento de velocidad en las operaciones puede mejorar la calidad y viceversa, y reducción de la complejidad puede mejorar la velocidad y la calidad de los servicios. Dichos principios son los pilares en el desarrollo de Lean Seis Sigma (George 32).

#### **1.1.4 Las leyes de Lean Seis Sigma**

Lean Seis Sigma posee 5 leyes que son:

- *Ley N°1: Ley del Mercado* - Se deben conocer las necesidades del cliente para definir la calidad. Este es el punto más importante para la mejora, y sin este no se puede obtener un crecimiento sostenido de ingresos (George, Rowlands y Kastle 60).

- *Ley N°2: Ley de Flexibilidad* - La velocidad de cualquier proceso es proporcional a su flexibilidad (es decir, la facilidad con que la gente puede cambiar entre diferentes tipos de tareas). Si se quiere ser rápido, se tiene que deshacer cualquier cosa que causa una pérdida de productividad, y empezar a hacer algo nuevo. En las áreas de servicio, la falta de flexibilidad se observa cuando la gente tiene que rastrear la

información que falta, cuando existe un cambio de un sistema informático a otro (George, Rowlands y Kastle 60).

- *Ley N°3: Ley de Enfoque* - Los datos muestran que el 20% de las actividades en un proceso ocasionan el 80% de los problemas y retrasos. Por este motivo, el mayor esfuerzo debe enfocarse en las actividades que representan este 20% (George, Rowlands y Kastle 61).

- *Ley N°4: Ley de Velocidad (Ley de Little)* - La velocidad de cualquier proceso (Throughput) es inversamente proporcional a la cantidad de trabajo en proceso (Work in Progress WIP). Así si el WIP sube, la velocidad disminuye. Por lo tanto se debe realizar un proceso con la menor cantidad de trabajo en proceso en cualquier momento dado (George, Rowlands y Kastle 62).

- *Ley N°5: Ley de la complejidad y el costo* – La complejidad de un producto o servicio generalmente añade mayores costos y mayor trabajo en proceso, que un producto o servicio con baja calidad o poca velocidad. Entonces, una de las principales estrategias para no caer en este problema es reducir la variedad de los productos y/o servicios en que se ve implicado el grupo de trabajo (George, Rowlands y Kastle 63).

### **1.1.5 Fase Definir**

Dentro de Lean Seis Sigma existe una fase previa a la Fase Definir llamada “Fase Reconocer” en la cual se identifican los problemas organizacionales claves de la empresa; luego se los une con los objetivos organizacionales de la compañía, y finalmente se identifican los procesos que afectan la rentabilidad y la satisfacción del cliente. La realización de esta fase ayuda a que la aplicación de la metodología DMAIC se enfoque en los procesos más críticos de la compañía.

### **1.1.5.1 Objetivo de la Fase Definir**

- Establecer un acuerdo sobre el alcance, las metas y los objetivos del proyecto (George 43).

### **1.1.5.2 Entregables de la Fase Definir**

- Un documento del proyecto (project charter) que abarque: el planteamiento del problema, el impacto en el negocio, los objetivos, el alcance, el cronograma y el equipo del proyecto.

- Un mapa de procesos de alto nivel (SIPOC) y un diagrama de flujo del proceso.

- Planes del proyecto (Diagrama de Gantt, Análisis de Riesgos, Plan de comunicación)

### **1.1.5.3 Procedimiento empleado en la Fase Definir**

El procedimiento consta de 6 pasos:

*Primero: Integrar el equipo del proyecto.* Integrar un equipo y sus patrocinadores para alcanzar un acuerdo acerca de lo que es el proyecto y lo que debe lograr. Dar soluciones a las interrogantes planteadas. Llegar a acuerdos del alcance, los recursos, el tiempo y las personas que se necesitan para conformar el equipo del proyecto (George 44). Todo proyecto debe ser evaluado y aprobado por la dirección para evitar la infrautilización de recursos (ZDM).

Cabe indicar que el equipo del proyecto está conformado por: la *dirección o "Champion"*, quien será la responsable de asignar los recursos necesarios; *el dueño del proceso*, quien conoce a profundidad y es el responsable del mismo; el líder del equipo, quien dará seguimiento y direccionará los esfuerzos; el moderador, quien es responsable de que las reuniones del equipo sean efectivas; el ejecutor del proyecto,



quien es el responsable de desarrollar el proyecto; el asesor del proyecto, quien es responsable de dar soporte y aprobación sobre alguna área del proyecto, y el facilitador, quien es una persona con mayor conocimiento estadístico y de aplicación de la metodología (ZDM). Posteriormente, se define el problema a ser analizado.

*Segundo: Describir el enunciado del problema y las metas.* Revisar la información actual para confirmar que el problema: realmente existe y afecta al proceso (Entrevistas, Diagramas de Pareto, 4W 1H), es importante para los clientes (recoger la voz del cliente), es importante para el negocio (recoger la voz del negocio) y puede ser solucionado mediante la metodología DMAIC Lean Seis Sigma (George 45). Escribir el enunciado del problema (descripción, ubicación, tiempo de ocurrencia y tamaño) y los objetivos generales y específicos del proyecto.

*Tercero: Evaluar los beneficios financieros.* Utilizar la información existente para calcular los costos actuales, los beneficios, y otros indicadores financieros pertinentes para el proyecto. Estimar el impacto financiero si se alcanzan los objetivos del proyecto y verificar que satisfacen las expectativas de la administración.

*Cuarto: Crear / validar el diagrama de flujo del proceso y su alcance.* Documentar los principales pasos del proceso (Utilizar un SIPOC, Flujogramas) para verificar alcance del proyecto. Observar si existen datos referentes a defectos, retrabajos, entre otros. Con este paso se pretende observar el desempeño actual del proceso.

*Quinto: Elaborar un plan de comunicación y un plan de riesgos.* Con respecto al plan de comunicación se deben identificar los participantes del proyecto y los stakeholders (sponsors, clientes, gerentes, operadores, entre otros), para posteriormente desarrollar procedimientos para mantener informados a estas personas (George 46).

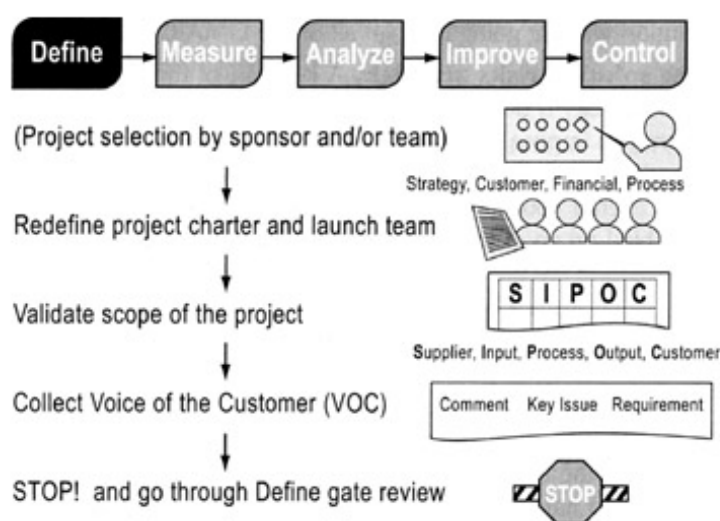
Con respecto al plan de riesgos se deben Identificar los riesgos del proyecto conjuntamente con su probabilidad de ocurrencia categorizada en tres niveles: alto,

medio y bajo. Luego, se debe generar un plan de mitigación que reduzca el impacto del riesgo, y posteriormente se debe elaborar un plan de contingencia en caso de que el riesgo llegue a presentarse (Kindinger y Darby 80).

*Sexto: Desarrollar la planificación de las actividades del proyecto.* En esta parte se debe estimar la duración del tiempo de duración del proyecto. Una herramienta útil es un diagrama de Gantt.

Cabe indicar que los pasos presentados pueden verse modificados de acuerdo a la necesidad del proyecto (George 50).

La siguiente figura indica el procedimiento que se sigue en la Fase Definir



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolbook  
Figura 7: Procedimiento de la Fase Definir

## 1.1.6 Fase Medir

### 1.1.6.1 Objetivo de la Fase Medir

- Entender profundamente el estado actual del proceso y recoger datos viables acerca de la velocidad del proceso, la calidad y los costos (George 51); permitiendo de esta forma contar con información para localizar el origen del problema o los

problemas con la mayor precisión posible (Army Business Transformation Knowledge Center)

### **1.1.6.2 Entregables de la Fase Medir**

- Mapa de Valor del estado actual completamente desarrollado.
  
- Datos confiables de las entradas (X's) y las salidas (Y's) críticas del proceso a ser usadas para analizar defectos, variación, flujo y velocidad del proceso.
  
- Medidas de referencia de la capacidad del proceso, incluyendo nivel Sigma y tiempo de ciclo promedio.
  
- Un sistema de medición efectivo.
  
- Un Project charter revisado en caso de que al interpretar la información sean necesarios realizar algunos cambios.

### **1.1.6.3 Procedimiento empleado en la Fase Medir**

En esta fase se utiliza un procedimiento de 10 pasos:

*Primero: Crear y validar un mapa de valor del flujo actual del proceso. Para esto emplear un mapa de proceso básico o un flujograma, y posteriormente añadir defectos, tiempos e información complementaria del proceso.*

*Segundo: Identificar las entradas, salidas y variables del proceso relevantes al proyecto. Recolectar información que se relacione las con las metas del proyecto.*

*Tercero: Crear un plan de recolección de la información que incluya definiciones operacionales para todas las mediciones.*

*Cuarto: Crear un plan de análisis de la información. Verificar qué tipos de herramientas pueden ser usadas para el tipo de información recolectada.*

*Quinto: Utilizar un Sistema de Análisis de las mediciones y pruebas Gage R& R para asegurar exactitud, consistencia y confiabilidad de la información. Calibrar los instrumentos utilizados para la medición y asegurar que todas las personas que recolectaron la información hayan seguido las mismas definiciones operacionales. En caso de que una sola persona haya realizado las mediciones no de necesitará de este paso.*

*Sexto: Recopilar datos para establecer las líneas base del proyecto*

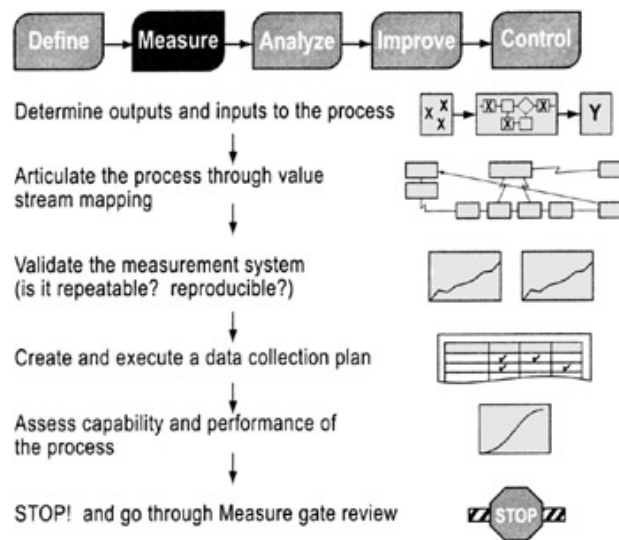
*Séptimo: Actualizar el mapa de valor con la información.*

*Octavo: Utilizar la Ley de Little para calcular el tiempo de ciclo.*

*Noveno: Realizar la evaluación de la capacidad del proceso.*

*Décimo: Realizar mejoras rápidas. Obtener beneficios parciales inmediatamente tras haber analizado los datos recolectados y haber encontrado puntos de mejora. Medir los cambios con dichas mejoras y continuar con el proyecto. Utilizar el método Kaizen o al menos las directrices sobre la aplicación de soluciones obvias.*

La siguiente figura describe en forma general el procedimiento que se debe realizar en esta etapa.



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolbook

Figura 8: Procedimiento de la Fase Medir

## 1.1.7 Fase Analizar

### 1.1.7.1 Objetivo de la Fase Analizar

- Identificar y verificar las causas raíces que afectan a las variables claves de entrada y salida del proceso (variables ligadas a las metas del proyecto) (George 53).

### 1.1.7.2 Entregables de la Fase Analizar

- Documentación de las causas potenciales identificadas en el análisis.
- Diagramas de Control y otros análisis que muestren la relación entre las variables de entrada y las variables de salida.
- Identificación del trabajo que agrega valor y de aquel que no lo hace.
- Cálculos del ciclo de eficiencia del proceso.

### 1.1.7.3 Procedimiento empleado en la Fase Analizar

En esta etapa se utilizan 7 pasos:

*Primero: Realizar un análisis de valor.* Identificar actividades que agregan valor, no agregan valor y los pasos del negocio que no agregan valor.

*Segundo: Calcular el ciclo de eficiencia del proceso.* Comparar con otras empresas de clase mundial esta medida para determinar cuanta mejora se necesita.

*Tercero: Analizar el flujo del proceso.* Identificar los puntos cuello de botella, las fallas, los retrabajos y las restricciones del proceso. Evaluar el impacto en el rendimiento del proceso y en la habilidad para cumplir con la demanda del cliente y los CTQ's (variables de entrada que afectan al proceso).

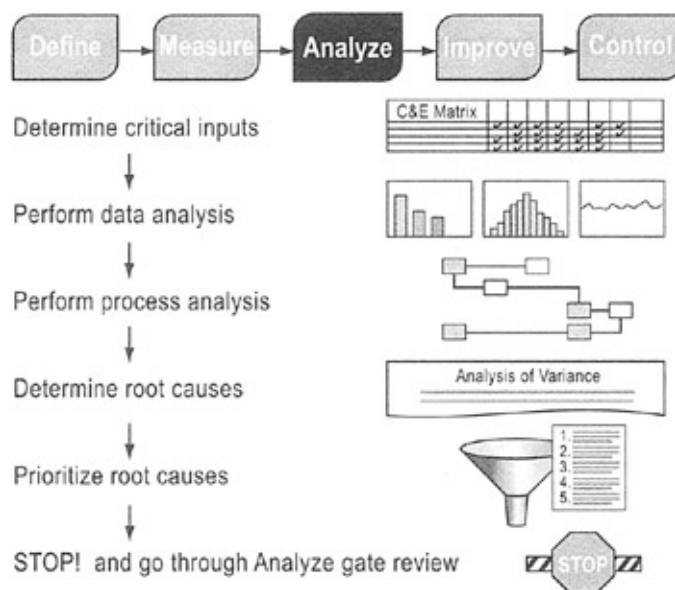
*Cuarto: Analizar los datos recogidos en las mediciones.*

*Quinto: Generar teorías para explicar las causas potenciales.* Utilizar una lluvia de ideas, un Análisis de los 5 Por Qué, un Diagrama de Causa y Efecto, un Análisis de Modo y Efecto de Fallas, Diagramas C & E y otras herramientas para llegar a las posibles causas de los efectos observados.

*Sexto: Afinar la búsqueda.* Hacer uso de lluvia de ideas, diagramas de Pareto, pruebas de hipótesis, entre otras herramientas para precisar las causas potenciales claves que afectan a la variable de respuesta.

*Séptimo: Recoger datos adicionales para verificar las causas potenciales claves.* Hacer uso de Diagramas de dispersión o herramientas estadísticas más sofisticadas (como las pruebas de hipótesis, análisis de varianza o regresión) para verificar las relaciones significativas.

El siguiente diagrama resume el procedimiento que se utiliza en esta fase:



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolbook

Figura 9: Procedimiento de la Fase Analizar

## 1.1.8 Fase Mejorar

### 1.1.8.1 Objetivo de la Fase Mejorar

- Generar, seleccionar e instrumentar soluciones eficaces que de manera activa eliminen la causa raíz o las causas raíces del problema. Realizar planes piloto de implementación y ejecutar la implementación de soluciones (George 56). Por otro lado, el Army Business Transformation Knowledge sostiene que el único propósito de esta fase es demostrar, con hechos e información, que las soluciones propuestas resolverán el o los problemas. Así, la organización hará cambios en el proceso que eliminarán los defectos, el desperdicio y los costos innecesarios que están relacionados a las necesidades del cliente identificadas en la fase Definir

### 1.1.8.2 Entregables de la Fase Mejorar

- Si se maneja un proyecto de mejora de la calidad, se debe probar que las soluciones son robustas y demuestran que la salida crítica (Y) son afectadas por las

causas identificadas (X's). Mientras que si se trabaja con un proyecto Lean, se debe brindar la documentación de la mejor práctica o solución realizada (5S, Sistema Pull, etc).

- Un proceso mejorado que es estable, previsible y que cumple con los requisitos del cliente.

### **1.1.8.3 Procedimiento empleado en la Fase Mejorar**

En esta fase se emplean 7 pasos:

*Primero: Desarrollar soluciones potenciales.* Luego de analizar las causas potenciales claves, identificar una amplia gama de soluciones potenciales guiado por la creatividad y el conocimiento.

*Segundo: Evaluar, seleccionar y optimizar las mejores soluciones.* Concretar las ideas propuestas para la solución, desarrollar criterios y evaluar las alternativas. Documentar los resultados. Estar abierto a alternar o combinar las opciones encontradas para optimizar la selección final.

*Tercero: Desarrollar el mapa de valor futuro.* Revisar el mapa de valor actual

*Cuarto: Desarrollar y aplicar una solución piloto.* Escribir las tareas a realizar en la solución piloto. Entrenar a los participantes y documentar los resultados obtenidos de esta solución.

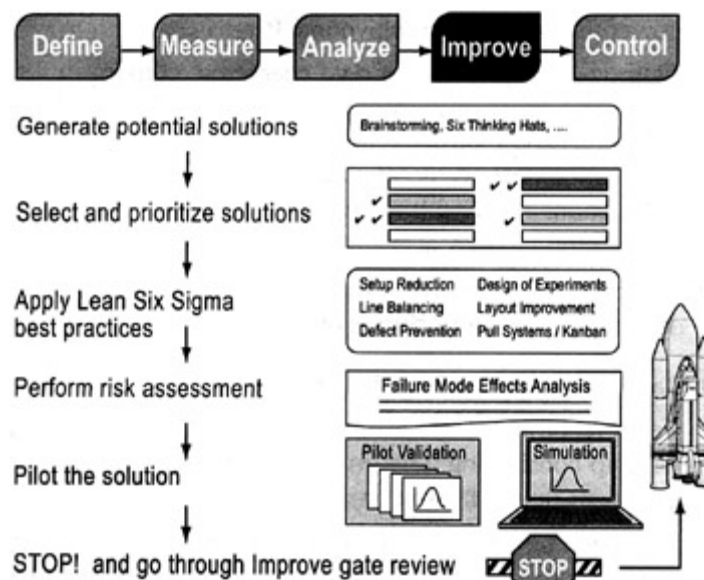
*Quinto: Confirmar la consecución de los objetivos del proyecto.* Comparar los resultados con los valores iniciales.

*Sexto: Desarrollar y ejecutar el plan completo de implantación a gran escala.*



*Séptimo: Revisar la información recolectada.*

A continuación se representa el procedimiento de esta fase:



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolkit  
 Figura 10: Procedimiento de la Fase Mejorar

## 1.1.9 Fase Controlar

### 1.1.9.1 Objetivo de la Fase Controlar

- Buscar los medios para asegurar que el problema solucionado no se repita y que los nuevos procesos se pueden mejorar con el tiempo (Army Business Transformation Knowledge Center). En esta fase es necesario que “se definan claramente indicadores del proceso, los mismos que mostrarán los puntos problemáticos del negocio y ayudarán a caracterizar, comprender, confirmar los procesos y a la vez mediante el control de resultados se logrará saber si se está cubriendo las necesidades y expectativas de los clientes (Brue 84)”.

### **1.1.9.2 Entregables de la Fase Controlar**

- Plan documentado para mejorar el proceso existente entregado al dueño del proceso, los participantes y los patrocinadores.
  
- Documento que indique la información con las mediciones antes y después del proyecto.
  
- Documentos operativos, de capacitación, de retroalimentación y control (mapas de procesos).
  
- Sistema de control de la solución implementada (Plan de Control de Procesos), junto con indicadores específicos que deberán utilizarse en las auditorías que se realicen en la empresa.
  
- Documentación del proyecto terminado, incluyendo lecciones aprendidas y recomendaciones para proyectos futuros.

### **1.1.9.3 Procedimiento empleado en la Fase Controlar**

Este procedimiento contiene 8 pasos:

*Primero: Desarrollar métodos y documentación de apoyo para sustentar la implementación.*

*Segundo: Realizar la implementación.*

*Tercero: Asegurar las ganancias obtenidas. Usar medidas (mistake-proofing) para prevenir que los participantes del proceso no sigan realizando las mismas actividades que realizaban.*

*Cuarto: Monitorear la implementación.* Utilizar la observación (cartas de control), interacción y la recopilación de datos. Realizar mejoras adicionales si es posible.

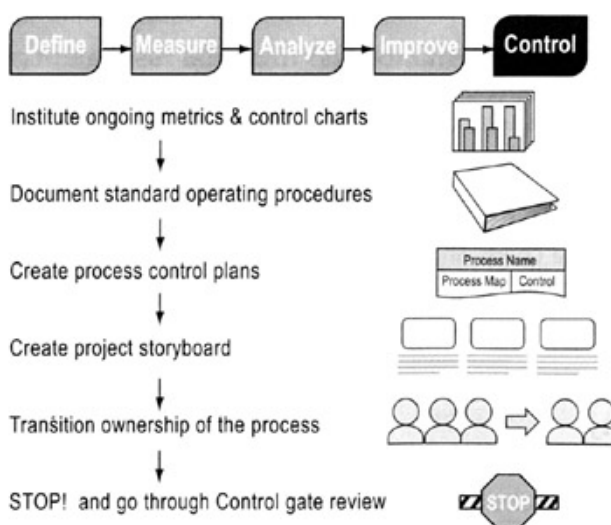
*Quinto: Desarrollar planes de control de procesos y planes de fuera de control del mismo para el propietario del proceso.*

*Sexto: Auditar los resultados.* Confirmar las medidas de mejora con cifras en dólares donde sea posible. Proveer un plan de auditoría al grupo que realiza esta acción en la empresa.

*Séptimo: Finalizar el proyecto.* Documentar las ideas acerca de los lugares en que la compañía podría aplicar los métodos y lecciones aprendidas en el proyecto realizado. Comunicar los métodos del proyecto y sus resultados a otras organizaciones colaboradoras. Celebrar la culminación del proyecto.

*Octavo. Validar el desempeño y los resultados financieros meses después de la culminación del proyecto.*

La siguiente figura indica el procedimiento general realizado en esta etapa



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolkit

Figura 11: Procedimiento de la Fase Controlar

### 1.1.10 Herramientas empleadas de la Metodología Lean Seis Sigma

**Diagrama de Pareto:** Un diagrama de Pareto es “una herramienta que ayuda a identificar visualmente las minorías de características vitales (20% del total de características) a las que es importante prestar atención, con el fin de optimizar el uso de todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora (Rovira)”. Entre los ejemplos de las minorías vitales se encuentran:

- La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del desperdicio o de los retrabajos.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de los clientes.
- La minoría de vendedores que está vinculada a la mayoría de partes rechazadas.
- La minoría de problemas causantes del retraso de un proceso.
- La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.
- La minoría de elementos que representan la mayor parte del costo del inventario (Rovira. Diagrama de Pareto).






**Diagrama de Flujo:** Un diagrama de flujo “es una herramienta de planificación utilizada para identificar clientes. Este tipo de diagrama traza los diversos pasos de un proceso y su interrelación (Juran 35)”.

Según el [adrformacion.com](http://adrformacion.com) este tipo de diagramas presenta las siguientes características y ventajas:

- Es una representación gráfica de las secuencias de un proceso, presenta información clara, ordenada y concisa.
- Permite visualizar las frecuencias y relaciones entre las etapas indicadas.

- Ayuda a detectar problemas, desconexiones, pasos de escaso valor añadido, entre otras.
- Compara y contrasta el flujo actual del proceso contra el flujo ideal, para identificar oportunidades de mejora.
- Identifica los lugares y posiciones donde los datos adicionales pueden ser recopilados e investigados.
- Ayuda a entender el proceso completo.
- Permite comprender de forma rápida y amena los procesos.

La simbología que se emplea para desarrollar un diagrama de flujo según el American National Standards Institute (ANSI) es la siguiente:

SÍMBOLO	REPRESENTA
	Inicio o término. Indica el principio o el fin del flujo, puede ser acción o lugar, además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento.
	Documento. Representa un documento en general que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más alternativas.
	Archivo. Indica que se guarda un documento en forma temporal o permanente.
	Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.

Fuente: J. M. Juran y el liderazgo para la calidad  
 Figura 12: Simbología utilizada en la diagramación de procesos

**Diagrama SIPOC:** Un diagrama SIPOC es una herramienta que proporciona una perspectiva de alto nivel de las etapas más importantes de un proceso. Consta de información referente a los proveedores (Suppliers), las entradas (Inputs), el proceso (Process), las salidas (Outputs) y los clientes del proceso (Clients) (Pande, Robert y Cavanagh 67).

- **Proveedores:** Personas u organizaciones que proporcionan información, materiales y otros tipo de recursos con los que trabajará el proceso.

- **Entradas:** información o materiales, proporcionados por los proveedores, que son consumidos o transformados en el proceso.
- **Salidas:** Producto o servicio utilizado por el cliente.
- **Cliente:** Persona, empresa o proceso que recibe la salida del proceso a ser analizado.

**Diagrama de Gantt:** Este tipo de diagrama es una técnica de planeación y control de proyectos que muestra de forma sencilla el tiempo de terminación planeado para las distintas actividades del proyecto. Cada actividad es representada por barras graficadas contra el tiempo en un eje horizontal. Normalmente, las entradas para utilizar esta herramienta son: lista maestra de actividades y una estructura de descomposición del trabajo (Niebel y Freivalds 25).

### **Estudio de tiempos, Tiempo estándar, Suplementos y Calificaciones del Desempeño**

**Estudio de tiempos:** El estudio de tiempos es un método utilizado para establecer los tiempos estándar, dado que la experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos sólo con ver un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo (Niebel y Freivalds 373).

En este tipo de estudio Niebel y Freivalds recomiendan tomar en cuenta:

- Realizar observaciones a operarios familiarizados por completo con las actividades.
- Utilizar un cronómetro adecuado.
- Estar de pie a unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir en su trabajo.
- Evitar cualquier tipo de conversación con el operario mientras realice la operación.

- Utilizar el método continuo (observar los valores en el cronómetro sin detenerlo) para registrar valores de las mediciones en lugar del método de regresos a cero.

Los estudios de tiempos involucran sólo muestras pequeñas (tamaño de la muestra menor a 30) de una población; por lo que debe utilizarse una distribución t al determinar los intervalos de confianza de los datos. Sin embargo, en el caso de que se cuenten con mayor número de observaciones se podrá aumentar la precisión del intervalo de confianza (Niebel y Freivalds 393).

**Tiempo estándar:** “El tiempo estándar es el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar alguna operación” (Niebel y Freivalds 395). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TS = TO \times \frac{C}{100} (1 + S)$$

*Donde:*

*TS: Tiempo estándar*

*TO: Tiempo observado en realizar la actividad*

*C: Calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, con el 100% correspondiente al desempeño estándar de un operario calificado.*

*S: Suplementos agregados al trabajo expresados como porcentaje del tiempo normal donde: Tiempo Normal =  $TO \times \frac{C}{100}$*

Cabe indicar que como se mencionó anteriormente en un estudio de tiempos solo se toman muestras. Por lo tanto, el tiempo estándar estará representado por intervalos de confianza obtenidos con ayuda de la distribución que siguen (por lo general, distribución t y distribución normal) (Niebel y Freivalds 393).

**Suplementos:** “En un estudio de tiempos, las lecturas del cronómetro se toman en un periodo relativamente corto. Por esta razón, el tiempo normal no incluye las demoras inevitables, que quizá no fueron observadas ni algunos otros tiempos

perdidos legítimos. En consecuencia, los analistas deben hacer algunos ajustes o suplementos para compensar dichas pérdidas” (Niebel y Freivalds 431).

**Suplementos constantes:** Los suplementos constantes se dividen en dos grupos: suplementos por necesidades personales y suplementos por fatiga básica. En el primer grupo, se incluyen suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado, por ejemplo beber agua e ir al sanitario. No existe una base científica para asignar un porcentaje numérico, pero la verificación detallada de la producción ha demostrado que un suplemento de 5% para tiempo personal es adecuado. Mientras, que en el segundo grupo, se toma en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar 4% del tiempo normal para un operario que hace un trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones, sin exigencias especiales de sus sistemas motrices o sensoriales (cit. in Niebel y Freivalds 434).

**Suplementos Variables:** Este tipo de suplementos aparecen de acuerdo al trabajo que se realiza. Dentro de estos suplementos se encuentran suplementos por monotonía y suplementos por tedio. Los suplementos por monotonía son apropiados como resultado del uso repetido de ciertas facultades mentales, como la aritmética mental. Para tareas con monotonía mediana se agrega un suplemento del 1%. Por otro lado, los suplementos por tedio aparecen cuando se usa repetidamente ciertos miembros del cuerpo, como dedos, manos, brazos o piernas. Se asigna un valor de 2% para una tarea tediosa como la desarrollada en una oficina (cit. In Niebel y Freivalds 431)

**Calificación del desempeño:** La calificación del desempeño es usada para ajustar los tiempos observados con los esperados para el desempeño estándar. Uno de los sistemas de calificación más antiguos y con mayor aplicación fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation (Niebel y Freivalds 409).

**Sistema Westinghouse:** Es un sistema de calificación que considera 4 factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y



consistencia. Sin embargo, muchas compañías han modificado el sistema de Westinghouse e incluyen sólo los factores de habilidad y esfuerzo en la calificación global. Afirman que la consistencia es un aliado cercano de la habilidad y que las condiciones se califican como promedio en la mayor parte de los casos (cit. in Niebel y Freivalds 414). Por este motivo, en este proyecto solo se tomará en cuenta los factores habilidad y esfuerzo.

**Habilidad:** Lowry, define la **habilidad** como el nivel de competencia para seguir un método dado, y la relaciona con la experiencia demostrada para coordinar la mente y las manos. Además, la habilidad de una persona en una operación dada aumenta con el tiempo, debido a que al familiarizarse con el trabajo, tendrá más rapidez, movimientos más suaves y mayor libertad en cuanto a titubeos y movimientos falsos. El sistema de calificación Westinghouse describe seis grados o clases de habilidad que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación (cit. in Niebel y Freivalds 414). En la tabla 2 se presenta el sistema de calificación de habilidades de Westinghouse

Tabla 2: Sistema de Calificación de Habilidades de Westinghouse

+ 0.15	A1	Superior
+ 0.13	A2	Superior
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.05	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Fuente: Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y Diseño del trabajo

El observador evalúa la habilidad del operario y la clasifica en una de estas seis clases.

**Esfuerzo:** El **esfuerzo** “es una demostración de la voluntad para trabajar con efectividad”. Este es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, y el operario puede controlarla en un grado alto. Al evaluar el esfuerzo del operario, el analista debe tomar en consideración sólo el esfuerzo “efectivo”. En la tabla 3 se presenta el sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse

Tabla 3: Sistema de Calificación de Esfuerzo de Westinghouse

+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.04	E1	Aceptable
- 0.18	E2	Aceptable
- 0.12	F1	Malo
- 0.17	F2	Malo

Fuente: Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y Diseño del trabajo

Por otro lado, cabe indicar que este procedimiento de calificación afecta solo al operario y no a la operación. Los analistas califican las condiciones como normal o promedio en la mayoría de los casos, ya que las condiciones se evalúan con una comparación con la forma en que es usual encontrarlas en la estación de trabajo.

Por último, para obtener el factor de desempeño se deben sumar algebraicamente los factores para evaluar el desempeño, y agregarlos al factor promedio (valor igual a uno). Por ejemplo, si un operador obtiene una calificación de

habilidad B2 y una calificación de esfuerzo C1, el factor de desempeño se calcula de la siguiente manera:

Habilidad	B2	+ 0.08
Esfuerzo	C1	+ 0.05
Suma aritmética		+ 0.13
Factor de desempeño		1.13

### Conceptos Lean

**Implantación de flujo continuo:** En un proceso es recomendable fabricar y mover los productos uno a uno, o a lo sumo en lotes muy pequeños y consistentes a través de los procesos de producción (Marchwinski y Shook 47). Las siguientes figuras indican la diferencia entre flujo continuo y discontinuo.

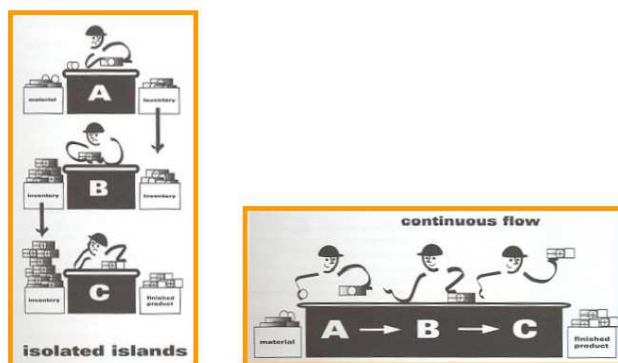


Figura 13: Diferencia entre flujo continuo y discontinuo

Fuente: Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda

**Emplear supermercados para controlar la producción:** En ciertos procesos el flujo continuo no es posible y la agrupación de los materiales para su transporte es necesaria (lotes de transferencia no unitarios). De esta manera, es necesaria la implantación de sistemas pull (tamaño de lote controlado) a fin de eliminar la sobreproducción (Marchwinski y Shook 48).

**Programar un único proceso de producción:** Al emplear sistemas pull, solo será necesario programar un punto en el flujo de valor. Este punto se llama proceso regulador o "pacemaker process" y es aquel que marcará el ritmo y dirigirá la

producción de la familia de productos tratada. Posteriormente, cada producto seguirá un política FIFO (Primero que entra, primero que sale) (Marchwinski y Shook 49).

**5S:** Según Hobbs, este método tiene por objetivo brindar una estación de trabajo organizada, limpia y agradable. Para ello aplica los siguientes conceptos: Seiri (Organizar), Seiton (Ordenar), Seison (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Mantener) (54). A continuación se explica cada concepto:

**Seiri (Organizar):** Retirar de la estación de trabajo artículos que no estén siendo utilizados en la producción: cajas, libros, herramientas, muebles, ítems personales, entre otros (Hobbs 54).

**Seiton (Ordenar):** Ubicar artículos a un área específica e implementar sistemas que permitan su correcto ordenamiento: cuadrados pintados en el suelo, herramientas suspendidas en el aire, etc (Hobbs 55).

**Seiso (Limpiar):** Generar un espacio de trabajo limpio que facilite la identificación de potenciales problemas y riesgos (Hobbs 55).

**Seiketsu (Estandarizar):** Estandarizar las actividades del proceso haciendo que los operadores tengan un espacio de decisión en el diseño del proceso, mas no en la ejecución del mismo (Hobbs 56).

**Shitsuke (Mantener):** Monitorear constantemente las condiciones de trabajo, el cumplimiento de estándares, el trabajo en equipo y el entrenamiento (Hobbs 56).

## 2. CAPÍTULO II

### 2.1 METODOLOGÍA

#### 2.1.1 Fase Definir

##### 2.1.1.1 Fase Reconocer

###### **Identificación de Problemas Organizacionales**

Dentro de TCS se han identificado dos tipos de problemas organizacionales referentes a la incertidumbre en el costo real y en el tiempo de los productos elaborados por los procesos que se manejan. Estos inconvenientes afectan los objetivos corporativos de dicha empresa (satisfacer las necesidades de sus clientes y disminuir los costos operativos). De esta forma, después de haber levantado las actividades del macroproceso “Originación de Créditos Hipotecarios del IESS” (Ver figura 18, página 42) se identificó que existen este tipo de problemas, los mismos que afectan la rentabilidad de la empresa y el manejo de los procesos involucrados.

###### **Definición de Procesos Influenciados por los problemas organizacionales**

Dentro del macroproceso, los procesos influenciados por este tipo de problemas son: Servicio al Cliente, Operativo, Pagaduría, Seguimiento Postcrédito y Notificaciones.

**Servicio al Cliente:** Proceso encargado de entregar información de los productos que se ofrecen, recibir documentación para el crédito aplicado, atender reclamos del cliente, y entregar documentación del crédito.

**Operativo:** Proceso responsable de realizar y monitorear todas las actividades para entregar un crédito. Cabe indicar que este proceso se divide en 6 subprocesos:

Avalúos, Cambio de Cobertura, Legal, Garantías / Digitalización y Procesamiento de Anexos.

**Pagaduría:** Proceso destinado a reponer y a pagar los gastos legales y de avalúos realizados en el trámite.

**Seguimiento Postcrédito:** Proceso dedicado a monitorear el cumplimiento del pago de las cuotas que el cliente debe cancelar por motivo del crédito que ha realizado.

**Notificaciones:** Proceso encargado de comunicar al cliente: documentos incompletos, resultados del avalúo y firma de anexos y liquidación.

### **2.1.1.2 Integración del Equipo del Proyecto**

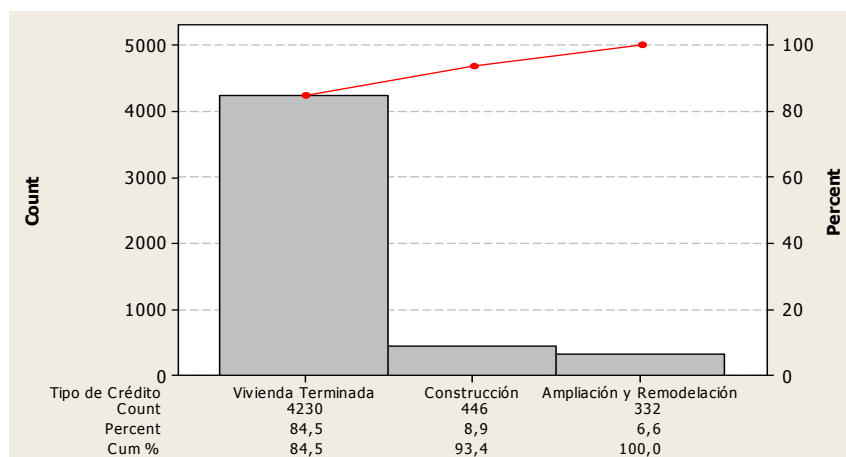
El equipo del proyecto está conformado por:

- *Dirección (Champion) y Dueño del Proceso:* Xavier Molina, Responsable de Visado y Captura.
- *Líder del Equipo, Moderador y Facilitador:* Danny Navarrete, Quality Assurance Manager TCS
- *Ejecutores del Proyecto:* Diego Guilcapi, Danny Navarrete
- *Asesores del Proyecto:* Ana Cristina Abad, Consultor Financiero TCS y José Antonio Ochoa, Master Black Belt ZDM Group

### **2.1.1.3 Determinación del Alcance del Proyecto**

Al revisar el reporte de crédito hipotecario del 27 de Enero del 2010, se logró conocer el total de operaciones (cambios efectuados en el sistema operativo que origina un crédito hipotecario) realizadas en el año 2009 en los productos: vivienda terminada, construcción y ampliación / remodelamiento. Así, para detectar el

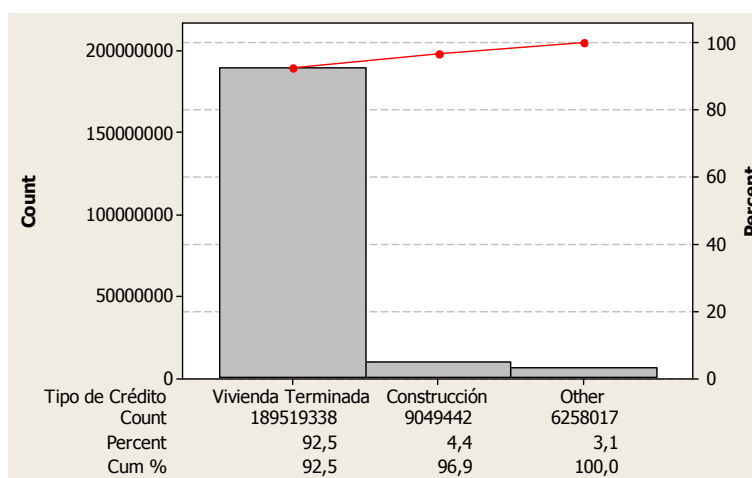
producto con mayor número de operaciones se empleó un diagrama de Pareto. De esta manera, con el fin de detectar el 20% del tipo de créditos hipotecarios que representaban el 80% del total de operaciones realizadas se empleó esta herramienta (Ver figura 14). El resultado fue que el 84.5% de todas las operaciones correspondieron al producto Vivienda terminada.



Fuente: Reporte de crédito hipotecario del 27 de Enero del 2010 (TCS)

Figura 14: Diagrama de Pareto del número de operaciones realizadas en el año 2009 según el tipo de crédito

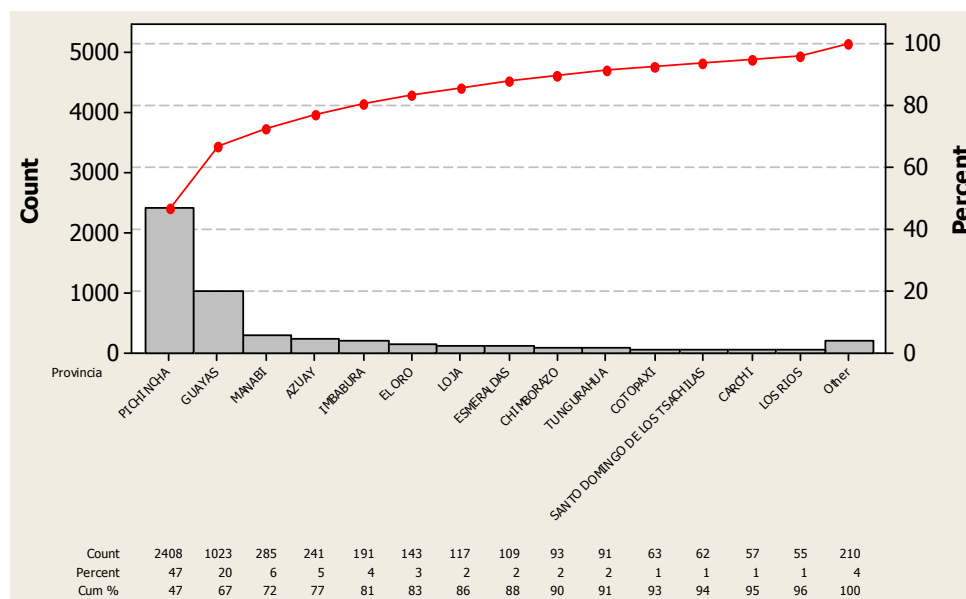
Además, se volvió a emplear esta herramienta para determinar el monto total otorgado a los afiliados por cada tipo de crédito. Se obtuvo que del total de dinero prestado el 92.5% correspondía a créditos para Vivienda Terminada.



Fuente: Reporte de crédito hipotecario del 27 de Enero del 2010 (TCS)

Figura 15: Diagrama de Pareto del monto total entregado en el año 2009 según el tipo de crédito

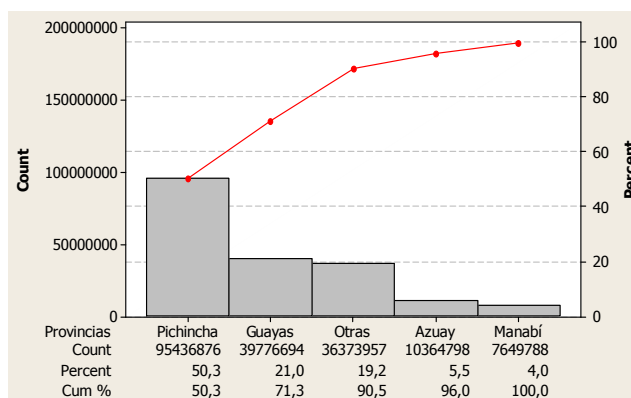
Por otro lado, el IESS otorga créditos hipotecarios en las 24 provincias de la nación ecuatoriana. Así, al analizar el número de operaciones efectuadas en cada provincia se detectó que el 81% de las mismas son realizadas para las provincias de Pichincha, Guayas, Azuay y Manabí (Ver Figura 16).



Fuente: Reporte de crédito hipotecario del 27 de Enero del 2010 (TCS)

Figura 16: Diagrama de Pareto del número de operaciones realizadas en cada provincia

Adicionalmente, se observó que de estas cuatro provincias Pichincha y Guayas ocupan el 71.3% del total de dinero prestado a los solicitantes.



Fuente: Reporte de crédito hipotecario del 27 de Enero del 2010 (TCS)

Figura 17: Diagrama de Pareto del monto total entregado en el año 2009 según la provincia



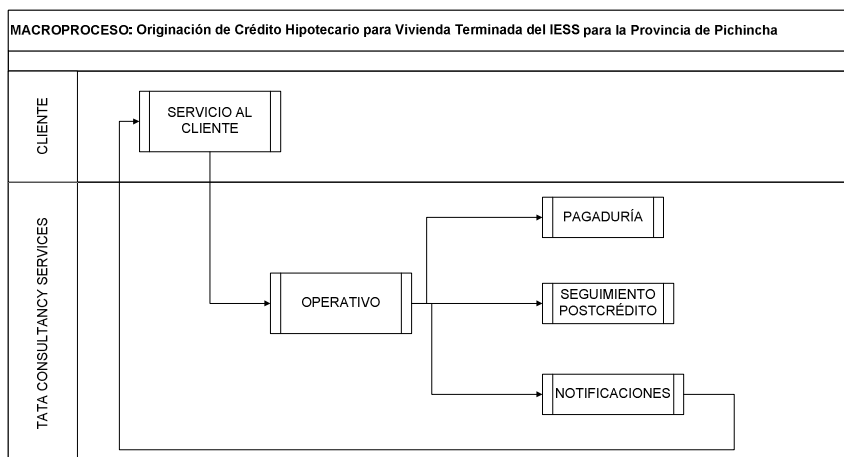
Además, al revisar el proceso hipotecario se encontró que algunas de las actividades de operación, transporte y espera realizadas en Guayas difieren de las actividades realizadas en Pichincha, lo que imposibilita observar a detalle el proceso realizado en ellas. Entre estas actividades se encuentran: recibir y verificar la documentación para avalúos, transportar documentación, preparar documentación para envío a fábrica, recibir y registrar título de propiedad, asignar y reasignar perito, clasificar y registrar documentos para perito externo, registrar informe del perito externo, ingresar datos del avalúo, revisar informes del perito externo, y recibir y verificar los cambios de monto.

Por estos motivos, y al no poder tomar los tiempos de procesamiento reales de las actividades mencionadas previamente, sólo se analizó el macroproceso “Originación de créditos hipotecarios de vivienda terminada” en la provincia de Pichincha, lugar donde se llevan a cabo la mitad de todos los trámites hipotecarios.

Por otra parte, como se señaló en la sección 2.1.1.1 este macroproceso está dividido en 5 procesos (Servicio al Cliente, Operativo, Pagaduría, Seguimiento Postcrédito y Notificaciones) de los cuales sólo el proceso Operativo es aquel que repercute directamente con el tiempo de procesamiento del crédito y es realizado por el Área de Visado y Captura de Tata Consultancy Services (Área que brinda la apertura de la información). Por ello sólo se estudiará dicho proceso.

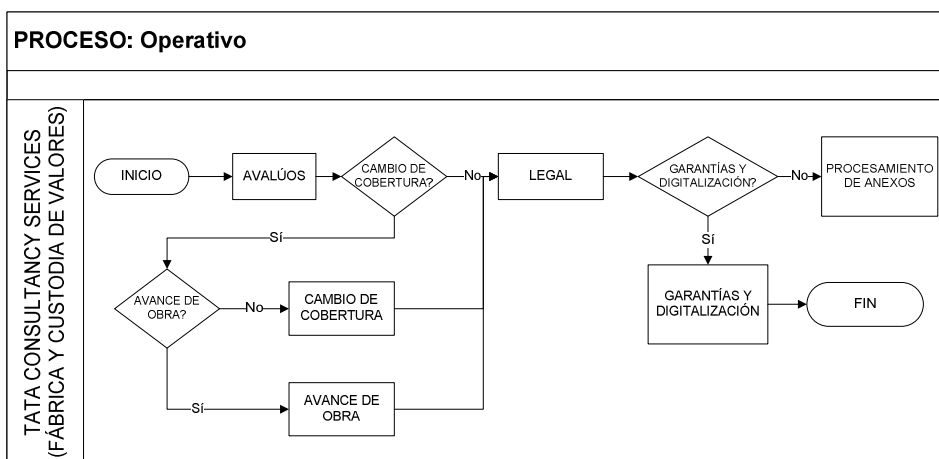
#### **2.1.1.4 Creación y Validación del Diagrama de Flujo y el SIPOC del Proceso**

**Diagramas de flujo:** Para levantar los diagramas de flujo correspondientes al proceso Operativo del macroproceso “Originación de Créditos Hipotecarios para Vivienda Terminada en la Provincia de Pichincha” se realizaron las siguientes representaciones (figuras presentadas a continuación) con el fin de facilitar el entendimiento del mismo.



Fuente: Generación Propia

Figura 18: Interrelación de los procesos existentes en el Macroproceso: Originación de Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la Provincia de Pichincha

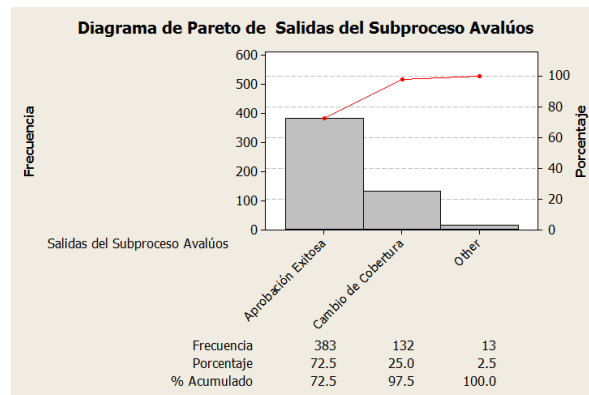


Fuente: Generación Propia

Figura 19: Descomposición del Proceso Operativo

En el Anexo A se presentan los diagramas de flujo correspondientes a estos 5 subprocesos. Cabe mencionar, que para graficar el proceso se tomó en cuenta lo que se encuentra realizando el mismo el 80% o más de las veces. Por lo tanto, luego del subproceso Avalúos (Ver figura 19) solo se representaron (Anexo A) dos posibles alternativas: Aprobación exitosa (trámite continúa con el subproceso legal) y Cambio de Cobertura. La tercera alternativa, avance de obra, no fue representada porque al revisar la información del 4 de Enero al 14 de Abril del 2010 (información más actual

brindada para el análisis) se observó que de los trámites que continuaron con el proceso el 98% correspondían a las dos primeras alternativas

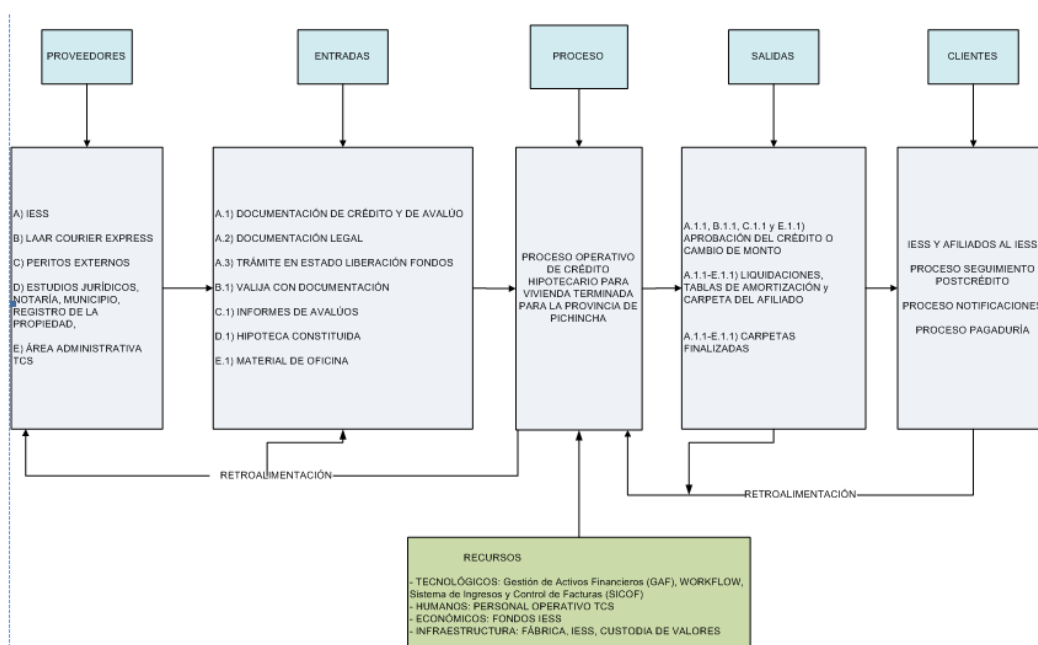


Fuente: Generación Propia

Figura 20: Diagrama de Pareto del número de casos resultantes del subproceso Avalúos

Por otro lado, se debe destacar que el flujograma del Anexo A, presenta el traspaso del producto vivienda terminada en estado estable (actividades de preparación como prender las máquinas, adecuarse al sitio de trabajo, entre otras no fueron tomadas en cuenta).

**Diagrama SIPOC:** A continuación, se presenta el SIPOC para el proceso:



Fuente: Generación Propia

Figura 21: Sipoc del Proceso Operativo.

Cabe indicar que estos diagramas fueron validados por Eduardo Anangonó, miembro operativo del macroproceso.

### **2.1.1.5 Descripción del Enunciado del Problema y las Metas**

En un proceso hipotecario el tiempo del proceso operativo y los gastos incurridos en el mismo son dos métricas críticas que se deben optimizar, ya que de esto dependerá la rentabilidad y la estabilidad del área que las desarrolla. Cabe indicar que estos dos factores se ven afectados debido a que el costo del proceso operativo del macroproceso “Origenación de un crédito hipotecario para vivienda terminada” y el tiempo del mismo están consumiendo demasiados recursos económicos, tecnológicos y humanos. En la actualidad, el costo promedio por trámite procesado con cambio de cobertura está entre \$9.21 y \$11.17, mientras que el costo promedio por trámite procesado sin cambio de cobertura se encuentra entre \$8.97 y \$10.87 (Ver Fase Medir). Además, el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario cuya responsabilidad es de exclusiva responsabilidad del proceso operativo está entre (140.92 , 226.535) h (Ver Fase Medir, tiempo empleado con cambio de cobertura). Por este motivo, reducir estas dos medidas de desempeño en un 10% permitirá disminuir costos operacionales y contrarrestar los problemas existentes en el área que las desarrolla.

### **Contestación de los 4W y 1H**

**¿Cuál (What) es el problema?:** El costo del proceso operativo para la provincia de Pichincha desde que se recibe y verifica la documentación para avalúos en el Front Operativo hasta que se intercala y se archiva la documentación en Custodia de Valores tiene un costo promedio que oscila entre \$8.97 y \$11.17 por trámite procesado. Además, el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario cuya responsabilidad es de exclusiva responsabilidad del proceso operativo está entre

(140.92 , 226.535) h. Por lo tanto, estas dos medidas de desempeño están consumiendo demasiados recursos económicos, tecnológicos y humanos lo que afecta la rentabilidad de la empresa y dificulta el control del proceso.

**¿Cuándo (When) se da el problema?:** El problema inicia desde el momento en que ingresa la documentación a las Agencias del IESS en la provincia de Pichincha hasta cuando se archiva la documentación en Custodia de Valores.

**¿Dónde (Where) se da el problema?:** El problema ocurre a lo largo del proceso operativo, en especial en los subproceso Avalúos, Procesamiento de Anexos, y Garantías y Digitalización pues existen la mayor cantidad de reclamos y desperdicios.

**¿Quiénes (Who) están involucrados en el problema?:** Los involucrados en este problema son las áreas que forman parte del macroproceso Originación de un Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la provincia de Pichincha.

**¿Cómo (How) afecta el problema?:** El problema afecta financieramente a la empresa ya que al demorarse en entregar un crédito hipotecario se emplean gran cantidad de recursos y se ocasionan problemas para poder controlar al proceso.

## **Elaboración del Project Charter**

A continuación se presenta el Project Charter del proyecto:

<b>PROJECT CHARTER</b>
<p><b>ENUNCIADO DEL PROBLEMA</b></p> <p>En un proceso hipotecario el tiempo del proceso operativo y los gastos incurridos en el mismo son dos métricas críticas que se deben optimizar, ya que de esto dependerá la rentabilidad y la estabilidad del área que las desarrolla. Cabe indicar que estos dos factores se ven afectados debido a que el costo del proceso operativo del macroproceso “Origenación de un crédito hipotecario para vivienda terminada” y el tiempo del mismo están consumiendo demasiados recursos económicos, tecnológicos y humanos. En la actualidad, el costo promedio por trámite procesado con cambio de cobertura está entre \$9.21 y \$11.17, mientras que el costo por trámite procesado sin cambio de cobertura se encuentra entre \$8.97 y \$10.87. Además, el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario cuya responsabilidad es de exclusiva responsabilidad del proceso operativo está entre (140.92 , 226.535) h</p>
<p><b>METAS DEL PROYECTO</b></p> <p>Reducir el tiempo y el costo promedio del proceso en un 10% a fin de disminuir el consumo de recursos y contrarrestar los problemas existentes en las áreas que manejan este proceso</p>
<p><b>ALCANCE</b></p> <p>Macroproceso: Origenación de un Crédito Hipotecario para Vivienda Terminada del IESS para la provincia de Pichincha</p> <p>Proceso: Operativo</p> <p>Subprocesos: Avalúos, Cambio de Cobertura, Legal, Garantías y Digitalización, y Procesamiento de Anexos</p> <p>Límites del Proyecto</p> <p>Desde: Recibir y verificar documentación para avalúos</p> <p>Hasta: Archivar documentación</p>
<p><b>CRONOGRAMA</b></p> <p>Fase Definir: Enero, Febrero y Marzo</p> <p>Fase Medir: Febrero, Marzo, Abril y Mayo</p> <p>Fase Analizar: Mayo, Junio</p>
<p><b>EQUIPO DEL PROYECTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dirección (Champion) y Dueño del Proceso:</i> Xavier Molina, Responsable de Visado y Captura.</li> <li>- <i>Líder del Equipo, Moderador y Facilitador:</i> Danny Navarrete, Quality Assurance Manager TCS</li> <li>- <i>Ejecutores del Proyecto:</i> Diego Guilcapi, Danny Navarrete</li> <li>- <i>Asesores del Proyecto:</i> Ana Cristina Abad, Consultor Financiero TCS y José Antonio Ochoa, Master Black Belt ZDM Group</li> </ul>

Fuente: Generación Propia  
Figura 22: Project Charter

## 2.1.1.6 Elaboración del plan de comunicación y el plan de riesgos

### Plan de comunicación

Según el PMI, para comunicar el desarrollo de un proyecto se deben tomar en cuenta dos factores: la planificación de la comunicación y la gestión del reporte del desarrollo (Ferecidas y Agudo 90).

**Planificación de la comunicación:** Se debe dar a conocer qué se va hacer, cómo se lo va a hacer y cuándo se lo va a hacer. Además, es importante registrar y comunicar cualquier desviación o cambio del alcance y la ejecución del proyecto.

**Gestión del reporte de desarrollo:** Se refiere a la forma en que se llevarán a cabo los reportes de las comunicaciones realizadas.

En este proyecto, el plan de comunicación se realizó mediante acuerdos verbales de entrega de los avances del proyecto. En dichos acuerdos se estableció la fecha de entrega y el contenido de los mismos. Además, toda modificación existente (extensión de la fecha de entrega de los avances) en el proyecto se realizó por medio de comunicaciones y reuniones. A continuación, se presenta el plan de comunicación.

Tabla 4: Plan de Comunicación

Qué se hizo?	¿Cómo se hizo?	Cuándo se hizo?	Entregable	Formato de Entrega
1 Acuerdo para la realización del proyecto en el Proceso de Créditos Hipotecarios del IESS	Reunión entre: - Xavier Molina, Dueño del Proceso - Danny Navarrete, Quality Assurance Manager TCS - Diego Guilcapi, Estudiante USFQ	Diciembre y Enero del 2010	Proyecto Lean Seis Sigma 16 de Abril del 2010	Vía electrónica
2 Acuerdo para obtener el costo operativo de TCS al realizar un trámite hipotecario	Reunión entre: - Ana Cristina Abad, Consultor Financiero TCS. - Danny Navarrete, Quality Assurance Manager TCS - Diego Guilcapi, Estudiante USFQ	Febrero del 2010	Avance del proyecto 16 de Marzo del 2010	Vía electrónica
3 Acuerdo para la utilización del proyecto a fin de obtener la certificación Black Belt Seis Sigma	Reunión entre: - José Antonio Ochoa, Master Black Belt ZDM Group. - Danny Navarrete, Quality Assurance Manager TCS - Diego Guilcapi, Estudiante USFQ	Febrero y Marzo del 2010	Avances del proyecto: - Semana del 29 de Marzo (Primer avance Fase Definir) - Semanas del 25 de Marzo al 9 de Mayo (Segundo avance Fase Medir). - Semana del 7 de Junio (Tercer Avance Analizar)  Documento Final: Tres primeras fases del proyecto y un plan de control	Vía electrónica
4 Modificación de la fecha de entrega del Avance del proyecto	Se envió un mensaje electrónico a Ana Cristina Abad, informando que el avance del proyecto será entregado 1 mes más tarde debido a la complejidad del proceso hipotecario	Marzo del 2010	Avance del proyecto 16 de Abril del 2010	Vía electrónica
5 Modificación de la fecha de entrega del Proyecto Lean Seis Sigma	Se conversó con Xavier Molina, Dueño del Proceso informando que el proyecto será entregado más tarde debido a la complejidad del proceso hipotecario, sin embargo, un avance del proyecto será presentado en Mayo del 2010	Abril del 2010	Avance del Proyecto Lean Seis Sigma Mayo del 2010	Vía electrónica y Presentación Power Point
6 Presentación y Consulta del proyecto realizado	Reuniones realizadas con Danny Navarrete, director del Proyecto con el fin de dar retroalimentación al mismo	Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio del 2010	Plan de Medición del Proyecto, Datos obtenidos, Avances del Proyecto	Vía electrónica
7 Modificación de la fecha del Proyecto para la certificación Black Belt Seis Sigma	Se conversó con José Antonio Ochoa, asesor del proyecto, para cambiar la fecha del segundo avance del proyecto	Abril del 2010	Segundo Avance del proyecto (Semana del 3 de Mayo del 2010)	Vía electrónica

Fuente: Generación Propia

Por otro lado, no se utilizó un formato establecido para la gestión del reporte de desarrollo.

## Plan de riesgos

Un riesgo es un evento o acción que puede afectar adversamente la planificación y el logro de los objetivos de un proyecto (cit. in Montenegro 170). De esta manera, con el fin de contrarrestarlo se deben realizar las siguientes acciones:



- Identificar los riesgos del proyecto y categorizarlos en tres niveles: alto, medio y bajo.
- Contar con un plan de mitigación para evitar que el riesgo se presente, o en caso de que lo haga reducir su impacto.
- Realizar un plan de contingencia que indique las medidas a tomar en caso de que el plan de mitigación no funcione (cit. in Montenegro 170).

Tabla 5: Plan de Riesgos

N.	Riesgo	Impacto	Acción	Probabilidad de Ocurrencia	Plan de Mitigación	Plan de Contingencia
1	Falta de disponibilidad o falta de compromiso de los operarios al momento de realizar sus funciones	Existirán demoras que retrasarán la Fase Medir del Proyecto	Se estimarán los tiempos de las actividades que no han podido ser medidas	Media	Se hablará con el Dueño del Proceso a fin de que exija a sus empleados mayor disponibilidad de los mismos.	Se extenderá el tiempo de la fase medir del proyecto
2	Falta de conocimiento de la Metodología Lean Seis Sigma	Existirán demoras en el proyecto que ocasionarán retrasos al proyecto	Se estudiará la metodología previa a la ejecución del proyecto	Alta	Se conversará con el Director del proyecto a fin de solucionar las dudas presentadas en el mismo	Buscar ayuda de expertos en el tema como: profesores y consultores.
3	Complejidad del proceso	Existirá incertidumbre en la manera de diagramar el proceso y determinar su costo y su tiempo	Se aplicará la regla del 80 - 20 con el fin de diagramar lo que más se evidencia en el proceso y se dividirá el mismo para facilitar su comprensión y manejo. Además, se buscará en la literatura recomendaciones acerca de los problemas presentados.	Alta	Se conversará con el Director del proyecto a fin de solucionar las dudas presentadas en el mismo	Buscar ayuda de expertos en el tema como: profesores y consultores.
4	Imposibilidad de entregar el proyecto en las fechas establecidas	No se cumplirá con lo acordado en el proyecto, dañando la imagen del mismo	Se realizará un diagrama de Gantt, que permita determinar la fecha de terminación del proyecto	Alta	Se conversará con los implicados en el proyecto a fin de explicar el por qué de la demora del proyecto	Se explicará en una reunión de forma muy detallada qué es lo que ha sucedido con el proyecto y por qué existen retrasos

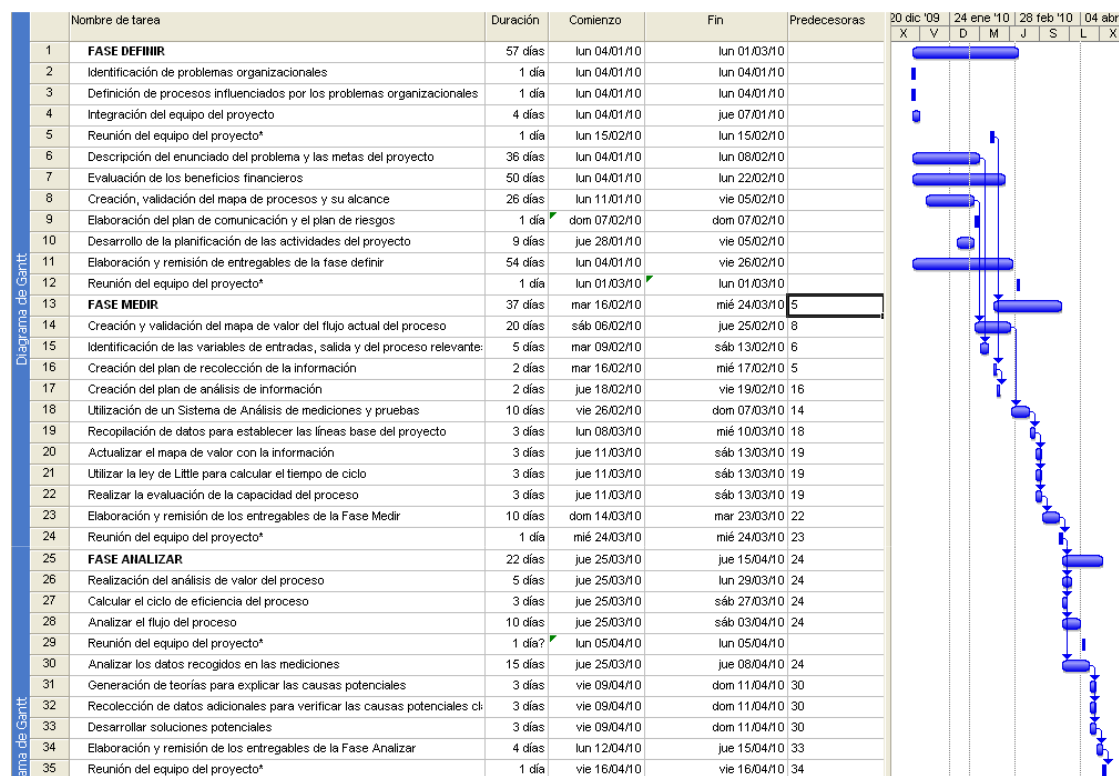
Fuente: Generación Propia

Formato: Optimización del proceso de Logística de efectivo con la Aplicación de la Metodología Seis Sigma

### 2.1.1.7 Desarrollo de la planificación de las actividades del proyecto

Como se indicó en los Objetivos Específicos del proyecto, se van a realizar las tres primeras fases de la metodología DMAIC Lean Seis Sigma: Definir, Medir y Analizar. Cabe indicar que como existieron demoras en el proyecto, infactibilidades en el uso de algunas herramientas y nuevos acuerdos para el mismo, la información que se presenta en el siguiente diagrama de Gantt corresponde al perfil del proyecto

realizado en el mes de Diciembre del 2009; por ello no se ajusta completamente a lo que se desarrolló.



Fuente: Generación Propia

Figura 23: Diagrama de Gantt de las actividades planificadas en Diciembre del 2009

## 2.1.2 Fase Medir

### 2.1.2.1 Identificación de las entradas, salidas y variables del proceso relevantes al proyecto

Las variables del proceso son: tiempos estándar de las actividades desarrolladas en el proceso operativo, costos incurridos por las personas involucradas en el proceso, tiempos de las etapas del trámite hipotecario manejados directamente por el proceso operativo.

### 2.1.2.2 Elaboración del plan de recolección de la información

En este proyecto se elaboraron cuatro planes de recolección de la información que han tomado en cuenta qué se necesita recolectar y cómo se lo va a hacer.

#### Plan de Recolección de los Tiempos Estándar de las Actividades

A fin de recolectar la información correspondiente a los tiempos estándar de las actividades, en primer lugar, se utilizó el diagrama de flujo del proceso operativo (Ver Anexo A) para identificar las actividades desarrolladas en cada subproceso (actividades en color verde y amarillo). Posteriormente, se elaboró un plan en el que se incluyó obtener la siguiente información de cada actividad: Área responsable o Persona responsable (Ver Anexo A), Cargo que desempeña la persona que realiza la actividad dentro de TCS (Ver Anexo A), Área de TCS a la que pertenece la persona (Ver Anexo A), ¿cómo se va a medir?, ¿cuándo se va a medir?, ¿cuántas veces se va a medir?, ¿por qué se va a medir ese número de veces?, ¿dónde se va a medir?, suplemento adicional a la actividad y calificación del desempeño del operario que realiza la actividad.

**Área responsable / Persona responsable:** Este campo contiene el Área a la que pertenece el operario según el diagrama de flujo realizado en el Anexo A. Esta área difiere del área que ocupa el trabajador dentro de TCS, pues fue fijada por el investigador.

**Cargo:** Aquí se presenta el cargo de la persona como miembro de TCS, puesto que esta empresa no maneja posiciones establecidas dentro de un proceso.

**Área:** Este campo indica el Área de TCS a la que pertenece la persona.

En el Anexos A se presenta la información de los tres campos mencionados anteriormente ya que fueron obtenidos previamente al elaborar los diagramas de flujo del proceso operativo.

**¿Cómo se va a medir?:** Este campo indica los materiales con los que se realizará la medición y la unidad que emplean los mismos. Además, presenta la forma de medición. Este campo fue definido previamente; de esta forma, todas las mediciones se realizaron empleando un cronómetro (minutos y segundos) y utilizando el método más empleado en la medición de tiempos (método continuo) (Niebel y Freivalds 388).

**¿Cuándo se va a medir?:** Este campo presenta la fecha en la que se realizará la medición incluyendo mes y día. En algunos casos se incluirá el periodo del día como día, tarde y noche. Esta información se determinó previamente. Sin embargo, en vista de que surgieron inconvenientes como: falta de disponibilidad del operario, falta de disponibilidad de la actividad y aparición de nuevas actividades en el transcurso de la medición; este campo se fue modificando mientras se realizó este proyecto.

**¿Cuántas veces se va a medir y por qué se va a medir ese número de veces?:** Estos campos indican el número de observaciones que se medirá cada actividad y el por qué de hacerlo. Para realizar lo mencionado, fue imperativo realizar la siguiente clasificación de actividades.

Así, se identificaron dos tipos de actividades A y B clasificadas de acuerdo a la manera en cómo se puede medir el tiempo de la actividad y la forma en cómo se realiza la misma (individualmente o en conjunto).

**Actividades tipo A:** Son aquellas actividades en las que se puede obtener intervalos de confianza del tiempo empleado en realizarlas (tiempo observado), puesto que se efectúan de forma individual. Por ejemplo, la Actividad 5, revisar documentos de avalúo, es una actividad de este tipo, pues se revisan los documentos de un cliente, y posteriormente se hace lo mismo con los siguientes. De esta forma, el número de observaciones para este tipo de actividades estuvo en su mayor parte entre 10 y 25, dado que un estudio de tiempos involucra muestras pequeñas (número de observaciones menor a 30), por lo que la variable (tiempo de la actividad) sigue una distribución t (Niebel y Freivalds 393).

Por otro lado, cuando fue posible recolectar un número mayor de observaciones (mayor o igual a 30) se lo hizo, aumentando la precisión de los intervalos de confianza.

**Actividades tipo B:** Son aquellas actividades que se realizan para un conjunto de trámites. El tiempo empleado en cada una de ellas varía de acuerdo al tamaño de la orden, por lo que la obtención de un tiempo estándar es imposible dada esta condición (Niebel y Freivalds 402). Por ejemplo, la Actividad 2, preparación de documentos y carpetas para Fábrica, es una actividad de este tipo, cuyo tiempo depende del número de trámites que se están enviando. Por lo tanto, dada la imposibilidad de estandarizar esta actividad (para cada tamaño de envío) y para calcular el costo de un trámite realizado por el Proceso Operativo, en este tipo de actividades se tomó una sola observación del tiempo y se dividió para el número de trámites procesados.

En el Anexo B se presentan todas las actividades tipo A y B del proceso Operativo.

**¿Dónde se va a medir?:** Aquí se indica el lugar dónde se va a realizar la medición. Los tres lugares fueron: Centro de Atención Único Integral para préstamos hipotecarios, Fábrica TCS y Custodia de Valores.

**Suplemento adicional de la actividad:** Este campo se refiere al porcentaje de tiempo que debe agregarse a una actividad. Así, se va a observar aquellos suplementos presentes en las actividades del proceso operativo.

**Calificación del desempeño del operario:** Este campo presenta la calificación del desempeño del operario basado en dos criterios: habilidad y esfuerzo. Luego de cada actividad se observarán estos dos factores.

Además, en el Anexo B también se presentan los siguientes campos ¿cuándo se va a medir? y ¿dónde se va a medir?. Los campos restantes suplemento adicional de la actividad y calificación del desempeño del operario se presentarán en las siguientes secciones y Anexos con el fin de facilitar la comprensión del trabajo.

### **Plan de Recolección de los Costos por persona**

No se llegó a realizar un plan de este tipo puesto que para recolectar la información de los costos por persona, Ana Cristina Abad, asesor del proyecto, proporcionó un modelo de costos para sacar dichos datos. En la sección 2.1.2.3.1.1 se explica el modelo.

### **Plan de Recolección de tiempos de las etapas del trámite hipotecario**

Una etapa es el conjunto de actividades por las que pasa cada trámite cuyo tiempo es almacenado por un Sistema Operativo llamado Work Flow (WF). Cada etapa fue definida mediante un acuerdo entre el IESS Y TCS. Así, para obtener los tiempos de las etapas del trámite hipotecario, se elaboró un plan de recolección que incluyó: tamaño de la muestra, etapas involucradas por las que pasa el trámite y forma de obtención de los datos.

**Tamaño de la muestra:** Este campo indica el número de datos que deben ser recolectados.

**Etapas involucradas por las que pasa un trámite:** Este campo presenta las etapas que se registran en el Sistema Operativo del proceso (Work Flow) cuando se está originando un crédito. Cabe mencionar que no se ubicarán las etapas correspondientes a: trámite legal, comunicaciones con el afiliado y desembolso GAF, puesto que el tiempo de las mismas depende de los estudios jurídicos, el Call Center, las notarías, el municipio y el IESS que no son parte del alcance de este proyecto. En la sección 2.1.2.3.2 se presentan dichas etapas.

**Forma de obtención de los datos:** Este campo presenta el medio y la forma en la que se van a obtener los datos.

### **2.1.2.3 Recopilación de datos para establecer las líneas base del proyecto**

Como se manifestó en la Fase Definir, las líneas base del proyecto son: costo operativo actual y tiempo promedio total de las etapas del trámite hipotecario dentro de TCS. De esta manera antes de calcular dichas métricas fue necesario aplicar los planes de medición descritos anteriormente.

#### **2.1.2.3.1 Costo operativo actual del proceso**

Para determinar el costo del proceso se consideró cuál es el costo incurrido por TCS en tramitar un crédito hipotecario en el Proceso Operativo. Para esto, se utilizó: el costo por hora por persona y el tiempo empleado en las actividades del Proceso Operativo.

#### **Costo por hora por persona**

Con el fin de obtener el costo por hora por persona se hizo uso del “Modelo de Costos de Consultoría de TCS” desarrollado por Ana Cristina Abad, asesor del proyecto. En este modelo, se determina el costo por hora de cada empleado de las diferentes áreas de operación de Tata Consultancy Services. A continuación, se presenta el modelo.

El costo mensual por persona está determinado por la siguiente ecuación:

$$\text{Costo mensual por persona} = \$ \sum_{i=1}^8 C_i$$

Donde cada  $C_i$  está definido en la siguiente tabla:

Tabla 6: Variables utilizadas para calcular el costo mensual por persona

Variable	Nombre de la Variable	Definición
C1	Costo por cargo	Costo mensual facturable que incurre TCS en base al cargo que desempeña el operario
C2	Áreas Soporte	Costo mensual de las áreas de soporte que apoyan al proceso
C3	Líneas de Supervisión	Costo mensual de los supervisores de los operarios que realizan el proceso
C4	Puesto de trabajo (mobiliario)	Costo mensual del puesto de trabajo
C5	Licencias	Costo mensual de las licencias utilizadas por los operarios
C6	Servicios básicos	Costo mensual de los servicios de luz, agua potable y teléfono por operario
C7	Movilización interna	Costo de movilización de cada empleado
C8	Capacitación	Costo incurrido en la capacitación externa, interna, de inglés y de certificaciones básicas de cada empleado

Fuente: Modelo de Costos TCS, Ana Cristina Abad

Cabe indicar que los costos anteriormente mencionados dependen del cargo del operario y del área donde trabaja. La forma de cálculo de cada variable no se presentará por confidencialidad de la información.

Ahora, dado que dentro de un mes existen aproximadamente 22 días laborales, y dentro de cada día laborable se enmarcan 8 horas de trabajo, al dividir el costo mensual por persona para  $22 \times 8$  horas se obtendrá el costo por hora por persona.

$$\text{Costo/Hora} = 1 \text{ hora} \times \frac{1 \text{ día laborable}}{8 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ mes}}{22 \text{ días laborables}} \times \$ \sum_{i=1}^8 C_i = \$ \frac{1}{176} \sum_{i=1}^8 C_i / \text{hora}$$

En el Anexo C, sección C.1 se presenta el costo por hora para los diferentes cargos que ocupan los operarios en las áreas de Visado, Avalúos y Custodia.



Por otro lado, se debe hacer notar que normalmente una persona trabaja menos de 8 horas al día, sin embargo, en este proyecto también se tomaron en cuenta los suplementos del trabajo (Ver sección 2.1.2.3.1.2.1), razón por la cual fue correcto utilizar 8 horas para calcular el costo por hora.

## Tiempo empleado en las actividades del Proceso Operativo

Para obtener el tiempo empleado en las actividades del Proceso Operativo, se hizo uso de los conceptos del estudio de tiempos desarrollados en el Capítulo 9 del libro Ingeniería Industrial de Niebel y Freivalds, 11ª edición.

De esta manera, como se indicó anteriormente, para obtener los intervalos de confianza de las actividades tipo A se hizo uso de que en un estudio de tiempos se involucran muestras pequeñas (número de observaciones menor a 30), por lo que la variable (tiempo de la actividad) sigue una distribución t (Niebel y Freivalds 393). Además, el intervalo de confianza está dado por:

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{x}$ : tiempo promedio de la muestra

$t$ : valor de la distribución t correspondiente a una probabilidad de error tipo 1 y un determinado número de grados de libertad (tamaño de la muestra menos uno).

$n$ : tamaño de la muestra

$s$ : desviación estándar de la muestra calculado mediante la siguiente fórmula (Montgomery 48):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{[\sum_{i=1}^n x_i]^2}{n}}{n - 1}}$$

En el Anexo C, secciones C.2 y C.3 se presentan **los tiempos observados** en las actividades tipo A y tipo B. Como se mencionó previamente para las actividades tipo B se tomó una observación.

## Cálculo de suplementos

Para el cálculo de suplementos se identificaron aquellos presentes en el proceso operativo, dando como resultado suplementos por necesidades personales, por fatiga básica, por nivel de monotonía y por tedio en realizar la actividad. El total fue de 12%. La siguiente tabla resume dichos suplementos:

Tabla 7: Suplemento del proceso operativo manejado por TCS

Suplementos Constantes:	Porcentaje del suplemento
1. Suplemento personal	5%
2. Suplemento por fatiga básica	4%
Monotonía	
b) Nivel medio	1%
Tedio	
b) Tedioso	2%
Total	12%

Fuente: Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y diseño del trabajo

Cabe mencionar que este suplemento se añadió a todas las actividades tipo A y tipo B.

## Cálculo de la calificación de desempeño del operario

Para calcular la calificación del desempeño del operario se hizo uso del método de calificación de la Westinghouse, utilizando los factores: habilidad y esfuerzo (Ver sección 1.1.10, Calificación del Desempeño). Cada operario tuvo una calificación, la cual se presenta en el Anexo C.4. Cabe indicar que cuando dos o más personas realizaban la misma actividad se midió a la persona más capacitada y con mayor disponibilidad.

De esta manera, el tiempo estándar (minutos) para las actividades tipo B estuvo determinado por (Ver sección 1.1.10):

$$TS = TO \times \frac{C}{100} (1 + S) = TO \times \frac{C}{100} \times (1 + 0.12) = 1.12 \times \frac{C}{100} \times TO$$

Donde:

*TS: Tiempo estándar*

*TO: Tiempo observado en realizar la actividad dividido para el número de trámites procesados. Es decir, tiempo promedio del trámite.*

*C: Calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, con el 100% correspondiente al desempeño estándar de un operario calificado.*

*S: Suplementos agregados al trabajo expresados como porcentaje del tiempo normal donde: Tiempo Normal =  $TO \times \frac{C}{100}$*

Y el tiempo estándar (minutos) para las actividades tipo A estuvo dado por:

$$\begin{aligned} TS(\text{Superior}) &= \left[ TO + t \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \times \frac{C}{100} \times (1 + S) = \left[ TO + t \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \times \frac{C}{100} \times (1 + 0.12) \\ &= 1.12 \times \frac{C}{100} \times \left[ TO + t \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TS(\text{Inferior}) &= \left[ TO - t \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \times \frac{C}{100} \times (1 + S) = \left[ TO - t \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \times \frac{C}{100} \times (1 + 0.12) \\ &= 1.12 \times \frac{C}{100} \times \left[ TO - t \frac{s}{\sqrt{n}} \right] \end{aligned}$$

Donde:

*TS (Superior): Tiempo estándar correspondiente al límite de confianza superior*

*TS (Inferior): Tiempo estándar correspondiente al límite de confianza inferior*

*TO: Tiempo promedio observado en realizar la actividad*

*C: Calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, con el 100% correspondiente al desempeño estándar de un operario calificado.*

*S: Suplementos agregados al trabajo expresados como porcentaje del tiempo normal donde: Tiempo Normal =  $TO \times \frac{C}{100}$*

*t: valor de la distribución t correspondiente a una probabilidad de error y un determinado número de grados de libertad (tamaño de la muestra menos uno).*

$s$ : desviación estándar de la muestra

$n$ : tamaño de la muestra

Para calcular el **costo del proceso** se multiplicó el costo por hora por persona y el tiempo empleado por cada operario en realizar las diferentes actividades del proceso operativo. Así, para las actividades tipo A el costo se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Máximo de la Actividad} = \frac{\text{Costo}}{\text{Hora}} \times TS(\text{Superior}) \times \frac{1 \text{ Hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo Mínimo de la Actividad} = \frac{\text{Costo}}{\text{Hora}} \times TS(\text{Inferior}) \times \frac{1 \text{ Hora}}{60 \text{ minutos}}$$

Mientras que para las actividades tipo B, el costo se sacó por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de la Actividad} = \frac{\text{Costo}}{\text{Hora}} \times TS \times \frac{1 \text{ Hora}}{60 \text{ minutos}}$$

Además, como se comentó en la Fase Definir, dada la complejidad del Proceso Operativo, este fue dividido en 5 subprocesos principales. Por lo tanto en la tabla siguiente se presenta un intervalo de los costos **para procesar un trámite** por cada subproceso.

Tabla 8: Costo para procesar un trámite por cada subproceso

Subproceso	Costo Máximo (USD \$)	Costo Mínimo (USD \$)
Avalúos	\$ 4.51	\$3.49
Cambio de Cobertura	\$ 0.30	\$0.24
Legal	\$ 3.45	\$ 2.99
Garantías y Digitalización	\$ 2.26	\$1.90
Procesamiento de Anexos	\$ 0.65	\$ 0.59

Fuente: Generación Propia

Cabe destacar que en el Anexo C, sección C.5 se presenta el cálculo del costo de cada subproceso.

Además, en la siguiente tabla se presenta el costo del proceso tomando en cuenta dos escenarios: Existencia de Cambio de Cobertura e Inexistencia del mismo

Tabla 9: Costo del proceso operativo

Proceso Operativo	Costo (USD \$)
Con cambio de cobertura	\$ (10.19 ± 0.98)
Sin cambio de Cobertura	\$ (9.92 ± 0.95)

Fuente: Generación Propia

### 2.1.2.3.2 Tiempo de las etapas del trámite hipotecario

Para calcular el tiempo de las etapas del trámite hipotecario se aplicó el plan de medición destinado para este fin. Así se recolectaron 25 observaciones de cada una de ellas. La razón fue que según Niebel y Freivalds, los estudios de tiempos solamente involucran muestras pequeñas ( $n < 30$ ) (393). Además, tomando como referencia este tamaño muestral se escogió la información disponible correspondiente al mes de Enero del 2010. Esto se lo hizo debido a que la presente tesis fue realizada desde dicho mes.

Como se explicó previamente, la información fue recolectada del Sistema Operativo Work Flow, sacando el tiempo que cada trámite ha pasado en una determinada etapa cuya responsabilidad está directamente relacionada con el proceso operativo. Para el caso en que el cambio de etapa registró un tiempo menor a 1 hora se despreció indicar su valor, pero se consideró nombrar la etapa a fin de no perder de vista el orden de las etapas del proceso. Posteriormente, se descarta el tiempo de dichas etapas.

En el Anexo D se presentan dichos datos. Cabe indicar que adicionalmente se presenta el tiempo promedio, la desviación estándar, el valor t correspondiente a 24 grados de libertad y los límites de confianza inferior y superior. Todos estos datos fueron calculados utilizando el mismo concepto del estudio de tiempos.

La siguiente tabla resume los datos encontrados y presenta la definición del tiempo obtenido y el área responsable

Tabla 10: Información de los tiempos de las etapas del trámite

Etapas (i)	Nombre Etapa Anterior	Nombre Etapa actual	Área responsable (Persona responsable)	Definición	Ti (horas)		
					Promedio	LCI	LCS
1	Recepción Información IESS	Visado Avalúo Operaciones	Visado Avalúos (Guillermo Cabrera)	Tiempo desde que se terminaron de recibir los dtos de avalúo en el IESS hasta que se terminaron de revisar en Fábrica	16.34	12.78	19.89
	Visado Avalúo Operaciones	Asignación Abogados	Visado Avalúos (Guillermo Cabrera)	Tiempo desde que se revisó la documentación del avalúo hasta que se asignó un abogado.			
	Asignación Abogados	Solicitud Avalúos	Visado Avalúos (Guillermo Cabrera)	Tiempo desde que se asignó abogados hasta que se solicitó avalúo			
2	Solicitud Avalúos	Recepción Dtos para avalúo	Recepción TCS (Verónica Suntaxi)	Tiempo desde que se solicitó avalúo hasta que se recibieron los documentos en Recepción TCS	8.48	5.23	11.73
	Recepción Dtos para avalúo	Asignar / Reasignar Perito	Perito Coordinador (Fanny Carrera, Pablo Pérez, Galo Hallo, Edison Mayorga)	Tiempo desde que se recibieron los documentos hasta que se asignó un perito externo (arquitecto encargado del avalúo)	9.87	5.99	13.75
	En espera de informe (registrar informe)	Resultados Informe de Avalúo (Aprobar solicitud)	Perito Coordinador (Fanny Carrera, Pablo Pérez, Galo Hallo, Edison Mayorga)	Tiempo desde que se recibió el informe hasta que se terminó de revisarlo			
4	Impresión Autorización Cambio de monto	Recepción autorización Cambio de Monto	Clasificación y Soporte Operativo (Juan Pablo Acuña)	Tiempo desde que se recibieron las autorizaciones para cambiar el monto del préstamo en el IESS hasta que se empezaron a cambiar los montos en el sistema WF	23.14	20.69	25.58
5	Recepción Dtos Legales IESS	Recepción Dtos Legales Visado	Visado Legales (Guillermo Cabrera)	Tiempo desde que se terminaron de recibir los dtos de legal en el IESS hasta que se terminaron de revisar en Fábrica	15.27	11.58	18.95
	Trámites hipotecario (hipoteca constituida)	Previsado Hipoteca	Previsado Hipoteca (Verónica Gómez)	Tiempo desde que se recibieron los documentos del Estudio Jurídico hasta que se revisó la documentación			
	Previsado Hipoteca	Instrumentación	Instrumentación (Patricio Galarza)	Tiempo desde que se terminó de revisar la documentación legal hasta que se terminó de instrumentar			
6	Impresión y Firma de Anexos	Custodia	Custodia de Valores (Olguera Mora)	Tiempo desde que se firmaron los Anexos (Tablas de Amortización y Liquidaciones) hasta que se registró en el WF el estado FIN	110.64	67.83	153.45

Fuente: Generación Propia

A partir de esta información fue posible calcular un modelo para el **tiempo promedio total de todas las etapas analizadas**. En la Fase Analizar se presenta el desarrollo del mismo, pero a continuación se anticipan los resultados:

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + T. promedio Etapa 6

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + (67.83 , 153.45)

### 2.1.3 Fase Analizar

Para determinar cómo reducir los altos costos operativos se desarrolló un análisis de valor del proceso y un diagrama de Pareto. Mientras que para reducir los tiempos de las etapas del trámite hipotecario se realizó un análisis del tiempo de las etapas del trámite.

Con ello se encontraron las causas raíces factibles, de eliminar o reducir, para cumplir con los objetivos del proyecto.

#### 2.1.3.1 Análisis de Valor del Proceso

Con el fin de realizar el análisis de valor del proceso operativo se emplearon 5 matrices de valor agregado. Cada matriz correspondió a cada subproceso existente e identificó cuál es el número y porcentaje de actividades que pertenecen a preparación, movimiento, espera, transporte, inspección y archivo. Además, clasificó cada actividad en tres categorías: actividades que añaden valor al negocio y al cliente (VAN y VAC), actividades que no agregan valor pero son necesarias, y actividades que no agregan valor y no son necesarias (George 55). De esta forma, en el Anexo E se presenta el análisis, y en la siguiente tabla se resumen los resultados.

Tabla 11: Resultados de las matrices de Valor Agregado

Proceso Operativo										
Subproceso	VAN / VAC	Preparación	Movimiento	Espera	Inspección	Archivo	Actividad que NO genera valor pero es necesaria	Actividad que NO genera valor y NO es necesaria	Total de Actividades	PORCENTAJE
Avalúos	5	6	1	11	5	1	13	11	29	25%
Cambio de Cobertura	1	2	1	3	2	1	0	9	10	9%
Legal	8	7	1	6	8	1	20	3	31	27%
Procesamiento de Anexos	0	7	2	7	8	1	9	16	25	22%
Garantías y Digitalización	6	1	0	8	3	1	5	8	19	17%
TOTAL DE C/TIPO DE ACT.	20	23	5	35	26	5	47	47	114	100%
PORCENTAJE		20%	4%	31%	23%	4%				
ÍNDICES	18%						41%	41%		

Fuente: Generación Propia

Con estos resultados, se determinó cuál es el costo que incurre el proceso al realizar las 47 actividades que no generan valor y no son necesarias. Así al sumar el costo de este tipo de actividades tomando en cuenta la información del Anexo C se determinó un valor de  $\$(1.04 \pm 0.08)$  por carpeta procesada con cambio de cobertura y un valor de  $\$(1.19 \pm 0.09)$  por carpeta procesada sin cambio de cobertura. Al observar estos ahorros se observa que representan aproximadamente el 10% del costo operativo por trámite hipotecario.

Cabe mencionar que las actividades de espera no tienen un costo operativo, pero perjudican el tiempo empleado en el proceso.

## **Conclusiones de las matrices de valor agregado**

Al analizar las 114 actividades por las que pasa la documentación en el proceso operativo a través de las 5 matrices de valor agregado (Ver Anexo E), se puede concluir que las actividades de este proceso tienden a ser de desperdicio. Esto se evidencia ya que el perfil de los 5 subprocesos (tendencia de la línea que conecta las actividades del proceso) se encuentra en su gran mayoría en las actividades que no generan valor al negocio y al cliente.

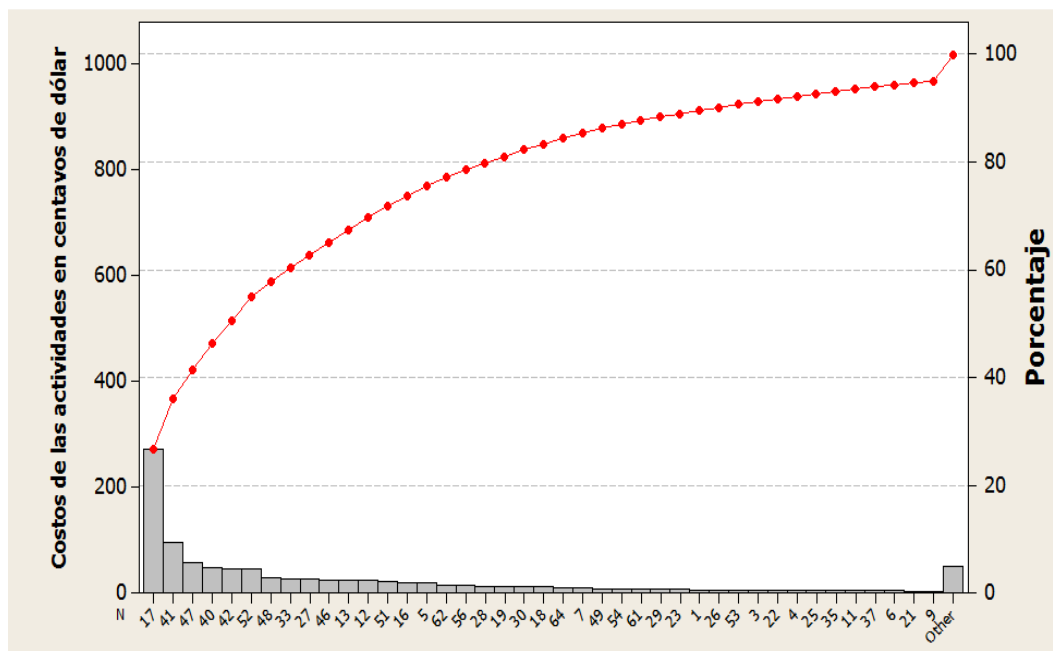
Además, el Índice de Valor de las Actividades (IVA <sub>Actividades</sub>), definido por George como el porcentaje de actividades que generan valor al cliente y al negocio es de 18 %, lo que ratifica lo mencionado anteriormente (56).

Por otro lado, se debe mencionar que las actividades de espera son aquellas que más aparecen en el proceso (31% del total), y las actividades de movimiento son las que menos se destacan (4% del total).

Adicionalmente, se observa que de todas las actividades el 41% corresponden a aquellas que no generan valor y no son necesarias, mientras que el otro 41% pertenecen a aquellas que no generan valor pero son necesarias.



### 2.1.3.2 Diagrama de Pareto del Costo de las actividades del proceso operativo



Fuente: Generación Propia

Figura 24: Diagrama de Pareto del costo de las Actividades del proceso operativo

En este diagrama se observa que el 80% del costo promedio del proceso recae en las actividades que van desde la 17 a la 19 según el gráfico.

Por otro lado, las siguientes actividades ocupan el 50% del costo promedio del proceso.

- Act.17. Revisar informe del perito externo
- Act. 41. Liquidar
- Act. 47. Ingresar datos en el GAF
- Act. 40. Revisión de carpetas de legal y crédito
- Act. 42. Instrumentar

Sin embargo, estas actividades se encuentran dentro de las actividades que agregan valor al cliente y al negocio, por lo que no se puede eliminarlas. Por lo tanto,

la causa raíz del proceso que origina el alto costo operativo son las actividades que no agregan valor y no son necesarias.

### **2.1.3.3 Análisis del tiempo de las etapas del trámite hipotecario**

A fin de analizar el tiempo empleado en las etapas del trámite hipotecario fue necesario identificar las actividades que se encuentran dentro de dichas etapas y el tiempo de las mismas. Las actividades fueron divididas en: actividades tipo A, tipo B, tipo C y tipo D.

Las actividades tipo A y tipo B fueron explicadas en la Fase Definir, mientras que las actividades tipo C y tipo D se definen a continuación.

**Actividad tipo C:** Esta actividad aparece por el traspaso de documentación e información que existe entre el IESS, Fábrica TCS y Custodia de Valores. Así, existen tiempos en los que la documentación debe esperar a fin de ser transportada de un lugar a otro.

**Actividad tipo D:** Esta actividad se presenta porque una carpeta de crédito tiene que esperar el procesamiento de todo el lote que le acompaña para poder pasar a su siguiente actividad.

Cabe indicar que estos dos tipos de actividades son esperas del proceso, pero que se incluyen al tomar en cuenta el procesamiento de una carpeta.

Posteriormente, para calcular el tiempo de las actividades tipo D se determinaron los tamaños de lote a manejarse dentro de cada subproceso. Por lo tanto, se escogieron los datos del 4 de Enero al 5 de Febrero del 2010 (información disponible) para determinar dicha información (Ver Anexo F, sección F.1). Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12: Intervalos de confianza de los tamaños de lote utilizados en el proceso operativo

<b>Tamaño promedio de lote</b>	<b>Intervalo de Confianza del 95% (unidades)</b>
Carpeta para avalúo	(14 , 17)
Carpeta para legal	(16 , 19)
Cambio de cobertura	(3 , 5)
Anexos	(19 , 22)

Fuente: Sistema Operativo WF, Enero y Febrero del 2010

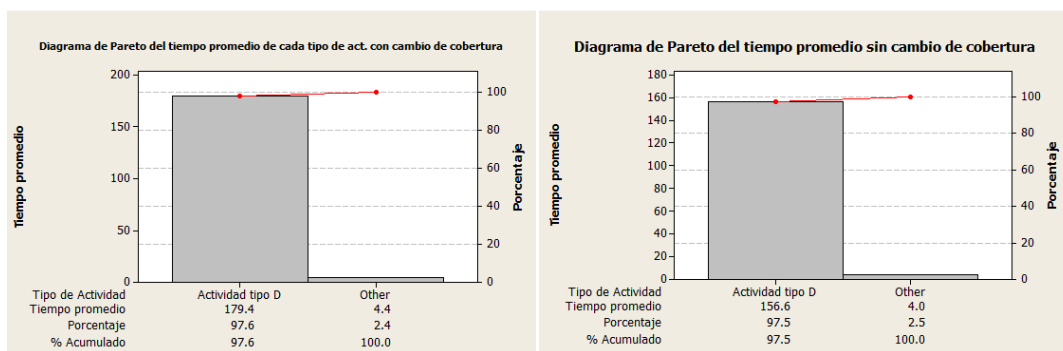
De esta forma, en el Anexo F, sección F.2 se presenta la descomposición del tiempo en cada una de las actividades seleccionadas. Los resultados obtenidos tomando en consideración la presencia y ausencia de cambio de cobertura (Datos de la Etapa 4 presentes y ausentes) fueron:

Tabla 13: Tiempos promedios mínimos y máximos empleados (en horas) en las actividades de las etapas del trámite hipotecario

	Tai	TAi	Tbi	TBi	Tdi	TDi	Tci	TCi
	Actividad tipo A		Actividad tipo B		Actividad tipo D		Actividad tipo C	
Con cambio de cobertura	0.19	0.26	1.86	2.23	1.59	2.59	120.46	238.27
Sin cambio de cobertura	0.14	0.18	1.66	1.98	1.55	2.49	100.06	213.12

Fuente: Generación Propia

Con ello, utilizando los valores que se encuentran dentro de estos intervalos (gran promedio), se determinó que en ambos casos aproximadamente el 98% del tiempo de las etapas del trámite hipotecario es empleado en actividades tipo C (Ver Anexo F, sección F.2). Las siguientes figuras indican lo mencionado:



Fuente: Generación Propia

Figura 25: Diagrama de Pareto del tiempo promedio del trámite hipotecario con cambio de cobertura y sin cambio de cobertura

Posteriormente, se analizó el tiempo promedio empleado en las etapas del trámite hipotecario por medio de un diseño experimental con dos niveles y seis factores. El motivo fue investigar qué factores afectan significativamente dicha métrica. Así, las 6 etapas seleccionadas representaron los seis factores, mientras que los tiempos promedios mínimos y máximos encontrados fueron los dos niveles de cada factor. En el Anexo F, sección F.3 se presenta el experimento. A continuación se expone el modelo encontrado:

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + T. promedio Etapa 6

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + (67.83 , 153.45)

Se concluyó que el tiempo promedio de la etapa 6 es el único factor significativo con respecto al tiempo promedio.

En consecuencia, al unir los resultados obtenidos previamente, se identificó que el tiempo promedio de las etapas del trámite se ve afectado por el tiempo promedio de las actividades tipo C de la etapa 6.

Cabe destacar que actualmente existe un Acuerdo de nivel de Servicio entre TCS y el IESS, el cual consiste en que mensualmente los tiempos promedios del crédito **para todo el país** desde recepción de información IESS hasta Custodia de

Valores deben ser iguales a 45 días laborables. Sin embargo, no existe un estándar establecido para el tiempo promedio de las etapas de las que es directamente responsable el proceso operativo en la provincia de Pichincha. Esto hace que no se puedan calcular los DPMO de esta métrica.

### **Análisis de las actividades tipo C correspondientes a la etapa 6: Impresión y Firma de Anexos - Custodia**

Para analizar las actividades tipo C de la etapa 6, primeramente se identificaron las mismas (Ver Anexo A, sección A.4):

- E.1 Esperar preparación de documentos y carpetas
- E.2 Transportar documentación
- E.23 Esperar procesamiento de Anexos

Luego, al observar el flujograma del subproceso Procesamiento de Anexos e (Ver Anexo A, sección A.4) se determinó:

- El máximo tiempo de espera de E.1 y E.2 es 13 horas (11.8% del tiempo promedio de la etapa 6), porque desde las 8 am (hora de inicio de recepción de los anexos) hasta las 9pm (hora de llegada de la documentación a Fábrica) el proceso pasa por estas actividades.

Por lo tanto, esto condujo a que la actividad E.23 (causa raíz) es la actividad cuyo tiempo debe ser reducido o eliminado. Cabe destacar que el tiempo promedio estimado de esta actividad es  $(67.41, 152.71)h - 13 h = (54.41, 139.71)h$  (Ver Anexo F, sección F.2).

#### **2.1.3.4 Propuesta de mejora del proceso operativo**

Con el fin de cumplir con los objetivos específicos del proyecto: reducción del 10% en el costo operativo y disminución del 10% en el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario, fue necesario enfocar las mejoras en las causa raíz identificadas anteriormente: reducir las actividades que no generan valor y que no son necesarias y disminuir el tiempo de la actividad E.23 Esperar procesamiento de Anexos.

#### **Reducción de las actividades que no generan valor y no son necesarias**

Al revisar la matriz de valor agregado del subproceso Procesamiento de Anexos, se observó que la actividad E.23 corresponde a las actividades que no generan valor y no son necesarias. Por ello, al reducir este tipo de actividades se logrará eliminar la causa raíz del problema referente al tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario.

En el Anexo E se presentan todas las actividades que no agregan valor y que no son necesarias. Todas estas actividades serán eliminadas (Ver Anexo G) en el nuevo proceso operativo.

En este punto, se debe hacer notar que normalmente un proyecto Lean Seis Sigma identifica mejoras para la causa raíz del problema o propone un nuevo proceso (George 53). Sin embargo, dados los objetivos: general y específicos, en esta tesis se van desarrollar ambos conceptos. Para lo cual, se aplicaron las siguientes herramientas Lean: 8 desperdicios, aplicación del método de las 5 S e implantación del flujo continuo con el objetivo de diseñar un nuevo proceso operativo. Cabe destacar que se empezaron realizando mejoras en la causa raíz encontrada.

## **Generación de soluciones con la aplicación de los 8 Desperdicios en el proceso operativo**

A fin de encontrar las soluciones a las causas raíz detectadas se utilizaron los 8 desperdicios. Así, a continuación se presentan las mejoras conjuntamente con el tipo de desperdicio:

**Sobreproducción 1:** En el área de Garantías y Custodia de Valores, se visualiza este desperdicio porque no existe control en el ingreso de nuevas garantías y digitalizaciones. Esto ocasiona que la actividad E.23, (causa raíz del problema), se presente. Por esta razón, se debe aplicar un sistema pull, manejado por el Front Operativo para regular la cantidad de trámites que deben procesarse.

Actualmente, un afiliado tiene 15 días calendario para acercarse a firmar los anexos (tablas de amortización y liquidaciones). Luego de este tiempo, TCS puede procesar la información sin necesidad de este requerimiento. Por lo tanto, a fin de contrarrestar este problema se deben realizar las siguientes acciones:

a) Front Operativo deberá obtener una base diaria del WF correspondiente al tiempo en que se desembolsaron los créditos para la provincia de Pichincha. Con ella podrá programar estos dos escenarios:

- Cuando el afiliado se acerca dentro del plazo establecido, deberá enviar los anexos a Fábrica en el día de transporte más cercano, a fin de que se pueda continuar con el proceso.
- Cuando el afiliado no se ha acercado después de 15 días, Front Operativo deberá imprimir la documentación y enviarla a Fábrica en el día de transporte más cercano.

Además, deberá enviar un correo electrónico a Custodia Interna a las 4pm en el que se indiquen exclusivamente los Anexos enviados.

b) El área de Custodia Interna descargará la información enviada por Front Operativo y separará desde las 4pm las carpetas cuya garantía debe ser ingresada. Cabe resaltar, que para ejecutar esta acción, previamente Custodia Interna recibirá las carpetas IESS, en lugar de Garantías (Ver Anexo A, sección A.5).

c) El área Clasificación y Soporte Operativo, deberá recibir los documentos enviados por Front Operativo a las 9am. Luego, entregará dicha información a Garantías

d) El área de Garantías deberá empezar procesando (9am) las carpetas cuyos anexos fueron enviados. Para esto, primeramente deberá concatenar los Anexos entregados por Clasificación y Soporte Operativo con las carpetas entregadas por Custodia Interna.

e) El área Custodia de Valores deberá recibir las garantías ingresadas, digitalizarlas y terminar el estado del trámite. Para ello, dicha área tendrá que trasladarse a Fábrica TCS. Afortunadamente, se conoce que por políticas administrativas esto se va a ejecutar, pero se deberá incluir al área en un lugar cercano al de garantías.

**Sobreproducción 2:** Este desperdicio también se presenta en el Departamento de Avalúos, lugar donde operan las siguientes áreas: Perito Coordinador, Seguimiento peritos externos, Asistente Perito Coordinador y Recepción TCS. El problema aparece al no existir una forma de controlar los informes que los peritos externos (arquitectos que realizan la inspección del bien a hipotecar) entregan. Esto causa que existan entregas muy tempranas de documentos que ingresaron posteriormente que otros. Se recomienda, implantar un sistema pull (bajo pedido) para mitigar este problema. Así dentro de TCS existe un estándar de 5 días laborables o 7 calendario para entregar un informe de avalúo. Por lo tanto, luego de este plazo de tiempo, la documentación deberá ser revisada por el perito coordinador. Para esto el área Recepción TCS debe ubicar los informes de avalúo en 5 carpetas. Cada carpeta corresponde a cada día laborable en el que se recibieron las escrituras o títulos de propiedad horizontal (documentos requeridos para avaluar un bien). Luego,

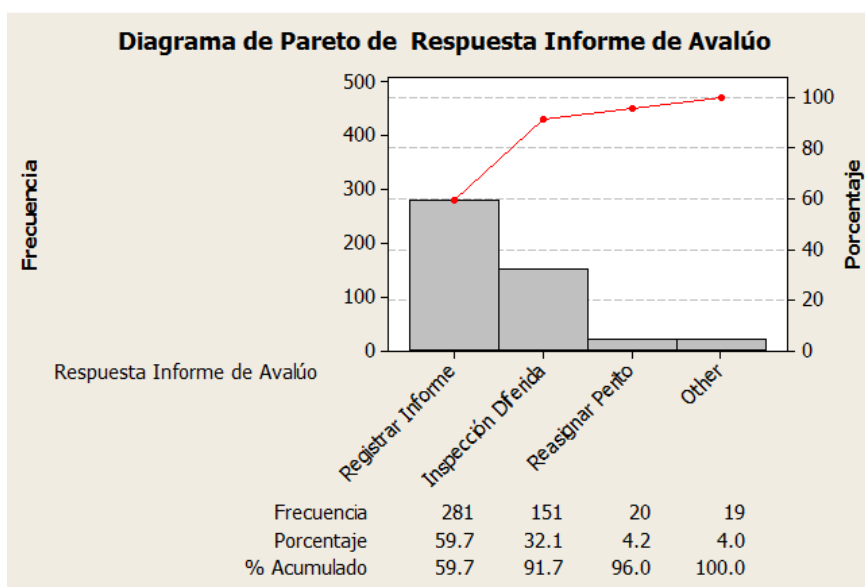


transcurrida una semana deberá transportar la documentación al área Perito Coordinador, quien revisará dichos informes.

Cabe indicar que al aplicar esta política podría presentarse un inconveniente relacionado al incumplimiento del plazo establecido para entregar un informe. Por ello se analizaron los datos provistos por TCS correspondientes al mes de Enero del 2010. Con lo que se encontró que cuando el perito coordinador pretendía revisar un informe se presentaban cuatro respuestas:

- **Registrar informe:** El perito coordinador podía revisar el informe sin ninguna novedad.
- **Inspección diferida:** El perito coordinador no podía revisar el informe y dar una respuesta al afiliado pues este no estaba listo. Por esta razón se requería mayor cantidad de tiempo al establecido.
- **Reasignar perito:** El perito coordinador no podía revisar el informe pues previo a ello se debía reasignar un nuevo perito
- **Documentos Incompletos:** El perito coordinador no podía revisar el informe ya que el afiliado no había entregado los documentos correctamente.

Así, al realizar un diagrama de Pareto, se encontró que el 91.7% de las respuestas a los trámites revisados por el Perito Coordinador pertenecen a Registrar Informe e Inspección Diferida.



Fuente: Generación Propia

Figura 26: Diagrama de Pareto de Respuesta Informe de Avalúo

En consecuencia, conjuntamente con esta política pull, se deberían realizar las siguientes acciones:

- Notificar a los peritos externos la nueva política de funcionamiento en el Dto. De Avalúos
- Firmar acuerdos de entrega con los peritos externos en los cuales exista una multa por día de retraso en el informe, siempre y cuando la responsabilidad sea del mismo.
- Reconocer mediante una carta escrita, al perito externo cuyos informes se han recibido a tiempo y sin errores.
- Requerir vía electrónica a los peritos externos un día antes del plazo de entrega establecido cuál es la situación del informe, y anotar dicha respuesta conjuntamente con la documentación que debe ser procesada. Con esto, el perito coordinador sabría qué ubicar en el Sistema WF.
- El informe que llegue fuera del plazo establecido deberá ser puesto a revisión en la carpeta más próxima a ser procesada.

**Talento humano desperdiciado:** Este desperdicio se hace evidente en el Área de Custodia de Valores, donde se desconoce el funcionamiento del proceso operativo lo

que limita la capacidad de proponer mejoras. Sin embargo, este problema se puede mitigar al exponer los diagramas de flujo realizados en este proyecto a dicha área.

Además, no existe un medio por el cual se comunique a cada miembro del proceso el cambio de puesto, la salida o la ausencia del personal que trabaja. Esto provoca que eventos como la pérdida de documentos se puedan presentar. Por ello, se requiere asignar a una persona la responsabilidad de comunicar vía electrónica a cualquier cambio de posición existente en el proceso.

**Artículos Defectuosos:** Este tipo de desperdicio se evidencia al no existir señalizaciones de las diferentes áreas que forman parte del proceso. Se requiere ubicar rótulos de cada área e incluso asignar espacios de almacenamiento para la documentación que debe archivar cada miembro del proceso.

**Tiempo de espera:** Este desperdicio se observa en la espera relacionada con las actividades tipo C y tipo D. Por ello, se recomienda reducir o eliminar estos tiempos en aquellas actividades que no agregan valor y que no son necesarias. En la sección anterior se presentaron dichas actividades.

Además, en el subproceso “Cambio de Cobertura”, se puede eliminar este desperdicio al realizar su procesamiento en el área de Front Operativo al final de la jornada. Incluso, se recomienda recibir conjuntamente con la autorización del cambio de monto, los documentos de legal. Claro está, que para desarrollar esta mejora se debe habilitar en el WF la recepción de ambos documentos por parte de los funcionarios del IESS.

**Transporte:** Este desperdicio aparece en el área de Liquidación, donde cada vez que se imprime la liquidación y se sacan copias de las facturas del trámite, se debe caminar hacia la impresora. Cabe indicar que por cada trámite se realiza este movimiento. Por ello, se recomienda ubicar a las personas de Liquidación lo más próximas a la impresora.

En el área de Instrumentación, aparece también este desperdicio ya que el operador debe transportar las carpetas instrumentadas a la Unidad Especializada de Revisión IESS. Posteriormente, el mismo operador debe recoger la documentación y validar su estado. Cabe destacar que las áreas mencionadas se encuentran en pisos diferentes dentro de la Fábrica de TCS. De esta forma, se sugiere, incluir dentro del proceso a la Unidad Especializada de Revisión. Con ello se lograría implantar flujo continuo de carpetas, eliminando tiempos muertos debidos a la espera y transporte.

Cabe indicar que, en el área de Custodia de Valores, este desperdicio también se hace presente ya que el área de digitalización se halla separada de Fábrica TCS, lo que obliga el transporte de la documentación. Se sugiere integrar dicha área en el proceso operativo.

**Desperdicios en el proceso:** Este desperdicio se presenta en la gran cantidad de inspecciones que se realizan en el proceso operativo (26 en total). Se sugiere eliminar aquellas inspecciones que no agregan valor y no son necesarias (Ver sección 2.1.3.2.1). Por otro lado, el documento 2.2 Solicitud de crédito (el original se archiva en la carpeta de crédito del afiliado) debe ser eliminado, porque en la práctica no se lo utiliza.

## **Aplicación del método de las 5 S**

El método de las 5 S (organizar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener) fue aplicado a las actividades del proceso operativo. De esta manera, los conceptos ordenar y estandarizar fueron empleados.

**Ordenar:** En vista de que de lunes a viernes se recibe documentación de avalúos, documentación de legal, anexos (tablas de amortización y liquidaciones), cambios de cobertura, planillas de avance de obra, regularizaciones y otros (documentos para reavalúo y matrices de la inmobiliaria), se deben asignar lugares específicos que diferencien este tipo de documentación. Por ello, en el área que actualmente se conoce como Front Operativo, se deberá asignar lugares específicos para este tipo

de documentos. Esto eliminará la actividad 4 de los subprocesos Avalúos y Legal. Además, la documentación de avalúos deberá ser separada en tres espacios, correspondientes a los tres estudios jurídicos. De esta manera se eliminará la actividad 6. En la siguiente figura se presenta el esquema de lo mencionado.

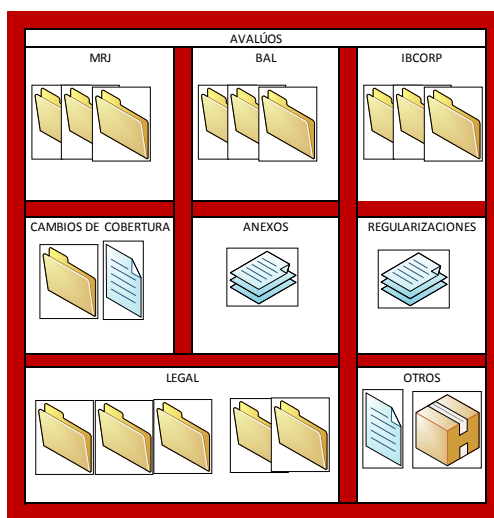


Figura 27: Esquema del Anaquel de Front Operativo  
Fuente: Generación Propia

**Estandarizar:** La actividad 14 “clasificar y registrar documentos para perito externo” se debe realizar a las 9am de cada día. De esta forma, cada perito externo podrá recibir su documentación en el transcurso del día. Cabe indicar que para lograr estandarizar el horario de esta actividad se deberá asignar perito externo el día laborable previo.

## Implantación del flujo continuo

El flujo continuo se realizó en dos tipos de situaciones: actividades realizadas por una sola persona en diferentes momentos y actividades realizadas por diferentes personas en diferentes momentos.

### Actividades realizadas por una sola persona en diferentes momentos

- En el subproceso avalúos la primera operación debe consistir en combinar las actividades: revisar documentos de avalúos (Act. 5) e ingresar datos en el WF (Act. 7). Esto permitirá evitar todas las esperas presentes por las actividades 1, E.1, 2, E.2, 3, 4, E.3, 6 y E.4.

### Actividades realizadas por diferentes personas en diferentes momentos

- Las actividades 16 y 17 deben realizarse por una sola persona y a la vez. Esto eliminaría la espera E.12 e implantaría flujo continuo.
- Las actividades 48 (Revisar documentación ingresada), 51 (Verificar documentación enviada) y 52 deben realizarse en flujo continuo.

### Flujograma, matriz de valor, costo y tiempo del nuevo proceso operativo

Luego de haber aplicado los criterios mencionados anteriormente se lograron realizar los nuevos flujogramas del proceso operativo (Ver Anexo G). Con ellos se desarrollaron las nuevas matrices de valor y se calculó el costo del nuevo proceso operativo. La siguiente tabla resume la información encontrada.

Tabla 14: Resultados de las nuevas matrices de valor agregado y del nuevo costo de los distintos subprocesos del proceso operativo

Subproceso	VAN / VAC	Preparación	Movimiento	Espera	Inspección	Archivo	Total de Actividades	PORCENTAJE	Costo promedio Mínimo	Costo promedio Máximo
Avalúos	3	3	1	7	3	1	18	26%	\$3.29	\$3.91
Cambio de Cobertura	1	0	0	1	0	0	2	3%	\$0.11	\$0.14
Legal	8	6	1	2	7	1	25	36%	\$2.91	\$3.36
Procesamiento de Anexos	0	3	2	1	4	0	10	14%	\$0.17	\$0.17
Garantías y Digitalización	6	2	0	2	3	2	15	21%	\$2.10	\$2.51
TOTAL DE C/TIPO DE ACT.	18	14	4	13	17	4	70	100%		
PORCENTAJE		20%	6%	19%	24%	6%				
ÍNDICES	26%									

Fuente: Generación Propia

De esta manera, el costo promedio de tramitar una unidad en el nuevo proceso operativo con cambio de cobertura es  $9.74 \pm 1.16$ , mientras que el costo promedio de tramitar una unidad sin cambio de cobertura es  $9.21 \pm 0.74$ .

Al comparar estos costos con aquellos obtenidos al inicio del proyecto por medio de la siguiente tabla:

Tabla 15: Comparación de los rangos del costo promedio del proceso operativo con el costo promedio del nuevo proceso operativo

Escenario	Costo promedio del proceso operativo	Costo promedio del <b>Nuevo</b> proceso operativo
Con cambio de cobertura	$\$10.19 \pm 0.98$	$\$9.74 \pm 1.16$
Sin cambio de cobertura	$\$9.92 \pm 0.95$	$\$9.21 \pm 0.74$

Fuente: Generación Propia

Se observó que los rangos del costo promedio se traslapan; sin embargo, al realizar una prueba estadística para la diferencia de medias con varianzas desconocidas (Ver Anexo H), se encontró que existe evidencia estadística significativa para rechazar la hipótesis de que la media del proceso, con y sin cambio de cobertura, es igual a la media del nuevo proceso operativo. Por ello, **el nuevo proceso operativo con cambio de monto** reduce el costo promedio de una carpeta procesada en un  $\frac{10.19-9.74}{10.19} \times 100\% = 4.41\%$ . Mientras que con respecto al costo promedio de una carpeta procesada sin cambio de monto lo hace en un  $\frac{9.92-9.21}{9.92} \times 100\% = 7.15\%$ .

Es importante aclarar que para reducir el tiempo de la actividad E.23 fue necesario unir algunas de las actividades del subproceso Procesamiento de Anexos con el subproceso Garantías y Digitalización (Ver Anexo G). Esto hizo que el costo aumentara y no se pueda evidenciar una reducción como la esperada (10%).

Adicionalmente, se debe indicar que este nuevo proceso no posee actividades que no agregan valor y no son necesarias, y además reduce el porcentaje de actividades de espera de 31% a 19%. Incluso, solo posee 70 actividades de las 114

que contaba al principio y el  $IVA_{ACTIVIDADES} = 26\%$  (6% mayor al anterior). Resultados que son hallados al aplicar herramientas Lean.

Por otra parte, el nuevo proceso operativo reduce el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario, ya que elimina la actividad E.23 de la etapa 6. Con ello, el nuevo tiempo promedio de la etapa 6 sería en el peor de los casos 28 h, considerando que llegue el afiliado al IESS a las 8am y que la documentación sea revisada el siguiente día antes de las 12am.

Esto conduciría a que la métrica definida por:

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + T. promedio Etapa 6

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + (67.83 , 153.45) h

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = (140.92 , 226.535) h

Se convierta en:

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 73.085 + 28 h

Tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario (h) = 101.09 h

Lo que implicaría que se reduzca como mínimo el 27.8%  $\left( \frac{140.92h - 226.535h}{140.92h} \times 100\% \right)$  del tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario.

## **Matriz de prioridades para implantación de mejoras**

De todas las mejoras encontradas para el proceso operativo a continuación se presenta un orden para su implementación. Este orden estuvo basado de acuerdo al mayor beneficio en el costo del proceso y en el tiempo del mismo.



Tabla 16: Matriz de prioridades para implantación de mejoras

#	Acción	Impacto
1	Rediseñar los subproceso Procesamiento de Anexos y Garantías y Digitalización	1.1 Reducción del tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario en por lo menos un 27.8%
2	Rediseñar los subprocesos restantes: Avalúos, Cambio de Cobertura y Legal	2.1 Reducción del tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario. 2.2 Conjuntamente con la acción # 1, se lograría una reducción del costo promedio del proceso en un 4% con cambio de cobertura y en un 7% sin ella
3	Aplicación de conceptos adicionales sacados de 8 desperdicios, flujo continuo y método 5 S	3.1 Eliminación de todo tipo de desperdicios encontrados en el proceso (Sección 2.1.3.4.2).

Fuente: Generación Propia

## Plan de control de las mejoras encontradas en el proceso

Este plan contempla qué acciones se deberían tomar para controlar la aplicación de las mejoras halladas en este proyecto. Adicionalmente, presenta cómo se las debería realizar, cada qué tiempo y qué acciones se deberían tomar en caso de su incumplimiento.

Tabla 17: Plan de control de las mejoras encontradas en el proceso operativo

#	Qué se va a controlar	Cómo	Frecuencia de medición	Documentos	Acciones en caso de incumplimiento de las mejoras
1	Tiempo promedio de las etapas	Sacando 25 observaciones de las etapas seleccionadas, empezando por la de mayor impacto (Etapa 6)	1 mes después de la implementación	6 Pruebas estadísticas para la diferencia de medias con varianza desconocida entre las observaciones recolectadas en este proyecto y las nuevas mediciones. Dichas pruebas tendrán por objetivo demostrar la reducción del tiempo promedio de cada etapa, primordialmente la # 6 (Ver Anexo H)	Realizar un diagrama de causa y efecto <b>para detectar cualquier anomalía, encontrarla y modificarla inmediatamente</b>
2	Reducción de las actividades del proceso operativo y del costo promedio del proceso	Levantando una lista maestra de las actividades del proceso operativo y sacando el costo promedio del nuevo proceso	2 semanas después de la implementación	Lista maestra de actividades que indiquen la aplicación de aquellas correspondientes al nuevo proceso operativo. Prueba estadística para la diferencia de medias con varianza desconocida entre el costo promedio real del nuevo proceso y el costo promedio del proceso actual.	Verificar in situ las actividades del nuevo proceso operativo y aplicar los 5 Por qué para encontrar el motivo por el cual siguen existiendo las actividades que no agregan valor y no son necesarias

Fuente: Generación Propia

### 3. Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones:

- Se concluyó que el crédito hipotecario para “vivienda terminada” en la provincia de Pichincha es el producto que posee la demanda más alta del país, ocupando más del 50% de todos los trámites hipotecarios de este tipo (Ver sección 2.1.1.3).
- Se observó que el proceso operativo de créditos hipotecarios puede descomponerse en 5 subprocesos: Avalúos, Cambio de Cobertura, Legal, Procesamiento de Anexos y Garantías / Digitalización. Además, se logró realizar un levantamiento del flujo del proceso y del SIPOC (Ver sección 2.1.1.4).
- Se logró levantar las actividades que se realizan en el proceso operativo tomando en cuenta: subproceso al que pertenece, área responsable o persona responsable, cargo y área de dicha persona dentro de TCS, número de personas que realizan la actividad actualmente, ¿cuándo se hace?, ¿cómo se hace?, documentos del trámite que se ven involucrados y frecuencia de la misma (Ver Anexo A).
- Se logró clasificar las actividades del proceso operativo en Actividades tipo A y actividades tipo B según la manera en cómo se puede medir el tiempo de la actividad y la forma en cómo se realiza la misma (individualmente o en conjunto) (Ver sección 2.1.2.3.1).
- Se identificaron las esperas del proceso debido a transporte y políticas establecidas. Se las denotaron como actividades tipo C y D (Ver Anexo A, actividades en color rojo)

- Se determinaron los tiempos estándar para las actividades tipo A y tipo B presentes en el proceso operativo, y los costos de dichas actividades (Ver Anexo C, sección C.5).
- Se determinó que el costo promedio del proceso operativo por trámite procesado con cambio de cobertura está entre \$  $10.19 \pm 0.98$ . Mientras que el costo del proceso sin cambio de cobertura oscila entre \$  $9.92 \pm 0.95$  (Ver sección 2.1.2.3.1).
- Se concluyó que el tiempo promedio empleado en las etapas del trámite hipotecario, cuya responsabilidad es del proceso operativo, es de  $73.085 + (67.83, 153.45)$  horas (Ver sección 2.1.2.3.3).
- Se encontraron 114 actividades dentro del proceso operativo, de las cuales el 18% agregan valor al negocio y al cliente, el 41% no agregan valor pero son necesarias, y el otro 41% no agregan valor y no son necesarias (Ver sección 2.1.3.1.1).
- Se identificaron las 5 actividades que representan el 50% del costo promedio del proceso. Estas son: Revisar informe del perito externo (Act. 17), Liquidar (Act. 41), Ingresar datos en el GAF (Act. 47), Revisión de carpetas de legal y crédito (Act. 40) e Instrumentar (Act. 42) (Ver sección 2.1.3.2).
- Se determinó que la causa raíz del alto costo del proceso operativo se debe a la gran cantidad de actividades que no generan valor y que no son necesarias (Ver sección 2.1.3.2).
- Se logró descomponer los tiempos de las 6 etapas del trámite hipotecario en los 4 tipos de actividades identificados en este proyecto (A,B,C y D). Con ello,

se concluyó que las actividades tipo C ocupan aproximadamente el 98% de dicho tiempo (Ver sección 2.1.3.3).

- Se identificó que el tiempo promedio de la etapa 6 “Impresión y Firmal de Anexos - Custodia” es el único factor significativo respecto al tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario.
- Se halló que la actividad E.23 “Esperar procesamiento de Anexos”, es la causa raíz que origina el alto tiempo de las etapas del proceso hipotecario. Dicha actividad se encuentra en el etapa 6 y es una act. Tipo C (Ver sección 2.1.3.3.1).
- Se diseñó un nuevo proceso operativo con aplicación de las herramientas 8 desperdicios, 5 S y flujo continuo. Este proceso reduce el costo promedio de una carpeta procesada con cambio de monto en aproximadamente un 4.41%, mientras que sin cambio de monto lo hace en un 7.15%. Además, disminuye el tiempo promedio de las etapas del trámite hipotecario en por lo menos un 28% (Ver sección 2.1.3.4.5).
- El nuevo proceso operativo no posee actividades que no agregan valor y no son necesarias. Tiene un  $IVA_{ACTIVIDADES} = 26\%$  (6% mayor al anterior), y posee tan solo 70 actividades (Ver sección 2.1.3.4.5).

### **Recomendaciones:**

- Se recomienda aplicar la matriz de prioridad y el plan de control de las mejoras del proceso presentados en las secciones 2.1.3.4.6 y 2.1.3.4.7 respectivamente. Con ello, se enfocarán las mejoras en las causas raíz identificadas en este proyecto.

- Se sugiere aplicar las mejoras encontradas de los 8 desperdicios, 5S y flujo continuo para, en especial, desarrollar una política pull en las áreas de Front Operativo y Recepción TCS, que permita eliminar la sobreproducción existente en el proceso (Ver sección 2.1.3.4.3). Con ello se lograría:
- Para la fase de implementación, se sugiere empezar toda acción de mejora descrita en la matriz de prioridad, tomando como referencia los diagramas de flujo del Anexo G. También, se deben considerar las recomendaciones existentes en dichas secciones.
- Se debería instaurar dentro del proceso operativo el área de Digitalización, tal como lo presenta el Anexo G (subproceso Garantías y Digitalización).
- Se recomienda desarrollar un proyecto similar al proceso de crédito hipotecario para el resto del país. Con ello, se investigaría la posibilidad de aplicar los mismos conceptos desarrollados en la presente tesis a dicho proceso.
- Se debería realizar un proyecto para nivelar la producción de los diferentes productos procesados por TCS: vivienda terminada, construcción, ampliación / remodelación y compra de cartera.
- Toda persona debe revisar detalladamente la actividad de su cliente interno y de su proveedor interno, a fin de encontrar nuevas mejoras en el proceso, entender los requerimientos de su cliente y dar a conocer sus requerimientos. Esto evitará que se realicen actividades que no agregan valor.
- Al entregar la documentación tanto para el avalúo como para el trámite legal se debe incluir en la solicitud de precalificación una firma del afiliado que ratifique que ha entregado los documentos señalados en la misma. Esto con el fin de evitar reclamos por parte del cliente.

- Los cambios de monto deberían realizarse en el Front Operativo, y debería receptarse los documentos legales el mismo día (Ver Anexo G).
- Se recomienda reducir el tiempo de las 5 actividades más costosas del proyecto 8 (Ver sección 2.1.3.2).

Deberían existir materiales de apoyo como lupas para mejorar la visión de los peritos coordinadores al revisar el informe de avalúo.

- Se recomienda enseñar a los operarios ejercicios para mejorar la postura de la espalda y para evitar enfermedades de las manos.
- Se sugiere firmar un acuerdo con los peritos externos para que en el caso de que el valor del metro cuadrado avaluado sea mayor al que estiman los peritos coordinadores, exista una multa (Ver sección 2.1.3.4.5).

## BIBLIOGRAFÍA

Army Business Transformation Knowledge Center. Lean Six Sigma. 25 de Agosto de 2009. 20 de Noviembre de 2009  
<<http://www.army.mil/ArmyBTKC/focus/cpi/tools3.htm>>.

Bob Hayes y María del Pilar. Cómo medir la satisfacción del cliente: diseño de encuestas, uso y métodos de análisis estadístico. Oxford: Oxford University Press, 1999.

Brue, Grez. Seis Sigma para directivos. Mc Graw Hill, 2002.

Caldwell, Chip. «Lean - Six Sigma tools for rapid cycle cost reduction.» Octubre de 2006. 5 de Enero de 2010 <<http://www.asq.org/pdf/articles/lean-ss-hfm.pdf>>.

DeVore, Jay L. Probabilidad y Estadística para ingeniería y ciencias. Matemáticas Internacional Thomson Editores, 1998.

Ferecidas, Franca y Lionel Agudo. Selección de Proyectos. Valencia: Ediciones del Rectorado: Universidad de Carabobo, 1980.

Geoff, Tennant. Six Sigma: control estadístico del proceso y administración total de la calidad en manufactura y servicio. México: Panorama, 2002.

George Byrne, Dave Lubowe y Amy Blitz. "Driving operational innovation using Lean Six Sigma". IBM Global Business Services analysis. 2007. 21 de Noviembre de 2009. <http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/g510-6331-01-leansixsigma.pdf>.

George, Michael L. The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity. New York: McGraw-Hill, 2005.

George, Michael. Lean Six Sigma For Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions. New York: McGraw-Hill, 2003.

George, Mike, Dave Rowlands y Bill Kastle. What is Lean Six Sigma? New York: McGraw-Hill, 2004.

Hobbs, Dennis. Lean Manufacturing Implementation. APICS. 2004.

Hogg, Robert y Johannes Ledolter. Applied Statistics for Engineers and Physical Scientists. New York: Macmillan Publishing Company. 1992.

Juran, J.M. Juran y el Liderazgo para la Calidad. Getafe (Madrid): Diaz de Santos, 1990.

Kreyszig, Erwin. Matemáticas Avanzadas para Ingeniería. México D.F.: LIMUSA WILEY, 2006.

Kindinger, John y John Darby. Risk Factor Analysis: A New Qualitative Risk Management Tool. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium,. Houston, Texas, 2000.

Lean Six Sigma Institute. "What is Lean". 5 de Enero 2010  
<http://www.leansixsigmainstitute.org/whatisleans.html>

Marchwinski, C. y J. Shook. Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers . Massachusetts, EEUU: Lean Enterprise Institute, 2003.

Montenegro, Liliana. Optimización del Proceso de Logística de Efectivo con la Aplicación de la Metodología Seis Sigma. Quito: USFQ, 2007.

Montgomery, Douglas C. Control Estadístico de la Calidad. 3a Edición. México D.F.: LIMUSA WILEY, 2007.

Niebel, Benjamin W. y Andris Freivalds. Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. México D.F.: McGraw- Hill, 2004.

Pande, Peter, Neuman Robert y Roland Cavanagh. Las claves prácticas de Seis Sigma. Una guía dirigida a los Equipos de Mejora de Procesos. España: Mc Graw Hill, 2004.

Rother, M. y J. Shook. Learning to see: value stream mapping to add value an eliminate muda. Massachusetts, EEUU: Lean enterprise Institute, 1998.

Rovira, César. "Diagrama de Pareto" 10 de Febrero de 2010  
<[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/diagramadepareto/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/)>.



TATA CONSULTANCY SERVICES. "TCS Worldwide: Ecuador". 18 de Enero de 2010  
<[http://www.tcs.com/worldwide/s\\_america/locations/Ecuador/Pages/default.aspx](http://www.tcs.com/worldwide/s_america/locations/Ecuador/Pages/default.aspx)>.

Tata Group. "TATA Leadership with trust". 18 de Enero de 2010  
<<http://www.tata.com/htm/heritage/HeritageOption1.html>>.

TCS. Modelo de Costos TCS desarrollado por Ana Cristina Abad. Febrero 2010.

ZDM, Grupo. "Six Sigma ZDM". Seis Sigma: Green Belt y Black Belt. Quito:  
Fundación Cicerón, Junio del 2009 y Febrero – Marzo 2010.

