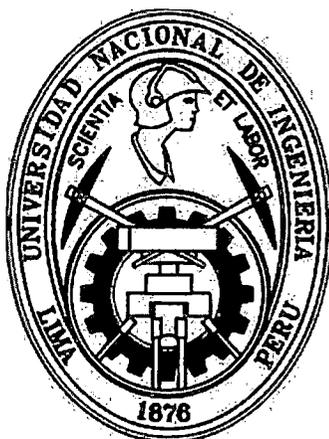


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SECCION DE POSGRADO



**“EVALUACION Y MEJORA DE LOS PRONOSTICOS
DE VENTA EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA
DE MAQUINARIA PESADA UTILIZANDO LA
METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN:
INGENIERIA DE SISTEMAS**

ING. RAÚL IVÁN CERREÑO CARO

ASESOR: DR. ALBERTO UN JAN LIAU HING

LIMA, PERU

Digitalizado por:

2012

A Raúl, mi Padre, que me enseñó a buscar el bienestar de la familia.

A Fresia, mi Madre, por su apoyo y ternura incondicional.

A Miguel, mi hermano, por enseñarme a no claudicar y hacerlo siempre con entereza.

A Fresita, porque me cambió la vida, con sólo dos años.

A Mercedes, mi esposa, porque la amo.

A Paula, mi hija, que me enseña algo nuevo todos los días.

A Andrés, mi hijo, porque con él me siento renacer cada día.

Al resto de la familia, por ser una familia hermosa.

A Dios, por darme tanto.

AGRADECIMIENTOS

Es importante para mí agradecer a las personas que confiaron en mis capacidades profesionales desde hace mucho tiempo y que gracias a ellas el día de hoy puedo dar un nuevo paso en mi crecimiento profesional: Lucho Pinto, Alejandro Sánchez, Augusto Ayesta , Arturo Paredes y José Miguel Salazar; todos ellos fueron mis jefes, de todos ellos aprendí, con todos ellos trabajamos amistosamente en un camino que fue difícil recorrer.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE	iii
DESCRIPTORES TEMÁTICOS	xi
THEMATIC DESCRIPTORS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CONVENCIONES PREVIAS	xv
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I: Planteamiento del Problema	1
1.1 Descripción de la Realidad	1
1.2 Definición de los problemas principales	3
1.3 Objetivos de Investigación	4
1.3.1 Objetivo respecto a las metodologías de mejora	4
1.3.2 Objetivos respecto al tema de Pronósticos	4
Objetivo principal del tema de Pronósticos	5
Objetivos complementarios del tema de Pronósticos	6
1.4 Justificación y delimitación del Problema	7
1.4.1 Justificación e Importancia	7
1.4.2 Delimitación	9
CAPÍTULO II: Marco Teórico	10
2.1 Marco Teórico Respecto a los Métodos de Calidad	10

2.1.1	Antecedentes	10
2.1.2	Marco Teórico Conceptual	10
2.1.2.1	La Calidad	11
2.1.2.2	Los Filósofos De La Calidad	12
2.1.2.3	Tácticas Y Estrategia En La Empresa	14
2.1.2.4	Métodos De Mejora De La Calidad	19
	Manufactura esbelta (Lean Manufacturing)	19
	SIX SIGMA	20
2.1.3	Marco Teórico Instrumental	21
2.1.3.1	Lean Six Sigma	21
2.2	Marco Teórico Respecto a los Pronósticos	24
2.2.1	Antecedentes	24
2.2.2	Marco Teórico Conceptual	25
2.2.2.1	Tipos De Pronósticos	25
2.2.2.2	Métodos Cualitativos	26
2.2.2.3	Métodos Cuantitativos	27
2.2.3	Marco Teórico Instrumental	28
2.2.3.1	Métodos Causales y Software-Pronosticador	28
2.2.3.2	Métodos Alternativos	28
	Descubrir variables: correlación	29
	Series Temporales	29
	Modelos de series Temporales	30
	Validación por ERRORES mínimos	30
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN		32
3.1	Hipótesis : metodologías de mejora de la calidad	33
3.1.1	Tipo de investigación	34
3.1.2	Método	34
3.1.3	Datos	34
3.1.4	Propuesta de solución	34
3.2	Hipótesis de los pronósticos en la empresa	35
3.2.1	Hipótesis Principal	37
3.2.2	Hipótesis Secundarias	38
3.2.3	Hipótesis alternativas	40
3.2.4	Tipo de investigación:	41

3.2.5	Método	41
3.2.6	Datos	41
3.2.7	Propuesta de solución	42
CAPÍTULO IV: LEAN SIX SIGMA		44
4.1	Fundamentos de las Metodologías	48
4.2	Definición de Evolución	49
4.3	Comparación entre las metodologías de calidad	49
4.4	Conclusión Final	61
CAPÍTULO V: MEJORA DE PRONÓSTICOS USANDO LSS		63
5.0.1	Introducción	63
5.0.2	La empresa	64
5.0.3	Tamaño del negocio	65
5.0.4	Problema del negocio	66
5.0.5	El método de solución: LSS	68
5.1	TRABAJO PREVIO	70
5.1.1	Introducción trabajo previo	70
5.1.2	Estatuto del proyecto (entregable 1):	72
	Caso de negocio	72
	Oportunidad de mejora	73
	OBJETIVO PRINCIPAL (Alcances y Limitaciones)	73
	Equipo 6-sigma	74
	Cronograma del proyecto	74
5.1.3	La voz del cliente (entregable 2):	75
5.1.4	Sipoc (entregable 3):	76
5.1.5	Análisis financiero	76
5.1.6	Análisis de riesgos	76
5.1.7	Personas ligadas al proyecto (entregable 4)	79
5.1.8	Plan de comunicaciones (entregable 5)	80
5.1.9	Bases de datos (entregable 6)	80
5.1.10	El proceso real –descripción (entregable 7)	81
5.1.11	Resultados de los pronósticos vs la realidad	85
5.1.12	El método del software-pronosticador	87
	Formulación	88

	Descripción de variables	88
	Horas de uso anual del equipo (H o HUA)	89
5.1.13	Cantidad de datos necesarios	91
5.1.14	Capacidad del proceso	92
5.1.15	Línea base	95
5.2	ENCONTRAR	96
5.2.1	Introducción encontrar	96
5.2.2	Impacto de las variables de evaluación	97
5.2.3	Data HUA que se capturan mensualmente	98
5.2.4	Costo de conseguir las HUA	101
5.2.5	Evaluación del pronóstico de ventas	103
5.2.6	Conclusiones encontrar	107
5.3	ARREGLAR (MEJORAR / SOLUCIONAR)	109
5.3.1	Introducción arreglar	109
5.3.2	Una aclaración respecto a las etapas	110
5.3.3	El universo de la mejora	111
5.3.4	Iniciando la etapa: solucionar	113
5.3.5	Tormenta de ideas	113
5.3.6	Mapa de estado futuro	115
5.3.7	Matriz de decisión ponderada	116
5.3.8	Método de trabajo	119
5.3.8.1	Data válida	
	Definir variable	119
	Segmentación	119
	Segmentación por la calidad de los datos	121
	Correlación de factores	122
	Data depurada	123
5.3.8.2	Métodos de pronósticos	124
5.3.8.3	Los resultados	125
	Cálculo de los modelos de Pronósticos	126
	Evaluación de los Errores por modelo	129
5.3.10	Comparación de errores entre proyecciones	133
5.3.11	Nivel sigma esperado	133

5.3.12	Conclusiones respecto a los pronósticos	133
5.4	SOSTENER	136
5.4.1	Introducción sostener	136
5.4.2	Consideraciones previas	137
5.4.3	El plan piloto	139
5.4.4	Revisar los requisitos del cliente	139
5.4.5	Validar las etapas del VST	141
5.4.6	Describir el nuevo proceso	144

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones respecto a las metodologías de mejora
5.2	Conclusiones respecto al caso de estudio
5.3	Recomendaciones

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Tablas

Tabla	Descripción	Pag.
2.01	Tipos de Pronósticos	25
2.02	Métodos cuantitativos	27
3.1	Hipotesis - metodologías de mejora de la calidad	33
3.2.1	Hipótesis principal (Metodologías de mejora)	37
3.2.2	Hipótesis secundarias (Metodologías de mejora)	38
3.2.3	Hipótesis alternativas (Metodologías de mejora)	40
4.01	Pensamiento "lean"	46
4.02	Compara 6S con LM	47
4.03	Conocimiento científico TPS, 6-S, LSS.	48
4.04	Definir "Evolución o Evolucionar"	49
4.05	Opciones de desarrollo para LSS.	51
4.06	Comparación: tps, 6s, lss	54
4.07	Compara herramientas] 4.07	59
5.1.01	Tarjeta01- trabajo previo/ fuente:propia.	70
5.1.02	Voz del cliente/ Fuente: Propia	76
5.1.03	Stakeholders / personas involucradas en el proyecto. (Fuente:	79
5.1.04	Plan de Comunicaciones (Fuente: Propia)	80
5.1.05	Características de las variables (Fuente: Propia)	87
5.1.06	Definición de variables/(Fuente: Propia)	88
5.1.07	Software-Pronosticador- ejemplo	90
5.1.08	Cantidad de datos para evaluar los pronósticos.	91
5.1.09	Línea base	95
5.2.01	Tarjeta02- encontrar	96
5.2.02	Datos mensuales de equipos para cálculo de Pronósticos (extracto	100
5.2.03	Estimado del costo de capturar HUA mensual mediante GPS	102
5.2.04	Resultados del Software-Pronosticador Vs Simulador	104
5.3.01	Tarjeta-encontrar	110
5.3.02	Tormenta de Ideas - Opciones de pronósticos	114
5.3.03	Matriz de decisión Ponderada	117
5.3.04	Puntaje de opciones de pronóstico	118
5.3.05	Segmentación por tamaño de empresa	120
5.3.06	Clientes segmentados	126
5.3.07	Proyección Media Móvil simple	126
5.3.08	Proyección Media Móvil Compleja	127

5.3.08	Proyección por regresión Lineal	127
5.3.09	Proyección por regresión Cuadrática	128
5.3.10	Proyección Mixta (Reg. Lineal y Cuadrática)	128
5.3.11	Error de la Proyección por Media Móvil Simple	129
5.3.11	Error de la Proyección por Media Móvil Compleja	129
5.3.12	Error de la Proyección por Regresión Lineal	130
5.3.13	Error de la Proyección por regresión cuadrática	130
5.3.14	Error de la Proyección por regresión Mixta	131
5.3.15	Resumen de Comparación entre errores relativos	132
5.4.01	Tarjeta-Sostener	137
5.4.02	Revisión de requisitos críticos del cliente	140
5.4.03	Etapas Multi-Generacionales	141
C.01	Conclusiones respecto a las metodologías de mejora	142
C.02	Conclusiones respecto al caso de estudio	149
C.03	Conclusiones respecto a las Hipótesis Secundarias	150
C.04	Conclusiones respecto a las Hipótesis Alternativas	152

Gráficos y Figuras

Gráfico	Descripción	Pag.
2.01	Tipos de Pronósticos	25
2.02	Métodos cuantitativos	27
3.1	Hipótesis - metodologías de mejora de la calidad	33
3.2.1	HIPÓTESIS PRINCIPAL (Metodologías de mejora)	37
3.2.2	HIPÓTESIS SECUNDARIAS (Metodologías de mejora)	38
3.2.3	HIPÓTESIS ALTERNATIVAS (Metodologías de mejora)	40
4.01	Pensamiento "lean"	46
4.02	Compara 6S con LM	47
4.03	Conocimiento científico TPS, 6-S, LSS.	48
4.04	Definir "Evolución o Evolucionar"	49
4.05	Opciones de desarrollo para LSS.	51
4.06	Comparación TPS, 6S, LSS	54
4.07	Compara herramientas	59
5.1.01	Tarjeta01- trabajo previo	70
5.1.02	Voz del cliente/ Fuente Propia	76
5.1.03	Stakeholders / personas involucradas en el proyecto.	79

5.1.04	Plan de Comunicaciones	80
5.1.05	Características de las variables	87
5.1.06	Definición de variables	88
5.1.07	Software-Pronosticador- ejemplo	90
5.1.08	Cantidad de datos para evaluar los pronósticos.	91
5.1.09	Línea Base	95
5.2.01	Tarjeta02- Encontrar	96
5.2.02	Datos mensuales de equipos para cálculo de Pronósticos (extracto	100
5.2.03	Estimado del costo de capturar HUA mensual mediante GPS	102
5.2.04	Resultados del Software-Pronosticador Vs Simulador	104
5.3.01	Tarjeta-Encontrar	110
5.3.02	Tormenta de Ideas - Opciones de pronósticos	114
5.3.03	Matriz de decisión Ponderada	117
5.3.04	Puntaje de opciones de pronóstico	118
5.3.05	Segmentación por tamaño de empresa	120
5.3.06	Clientes segmentados	126
5.3.07	Proyección Media Móvil simple	126
5.3.08	Proyección Media Móvil Compleja	127
5.3.08	Proyección por regresión Lineal	127
5.3.09	Proyección por regresión Cuadrática	128
5.3.10	Proyección Mixta (Reg. Lineal y Cuadrática)	128
5.3.11	Error de la Proyección por Media Móvil Simple	129
5.3.11	Error de la Proyección por Media Móvil Compleja	129
5.3.12	Error de la Proyección por Regresión Lineal	130
5.3.13	Error de la Proyección por regresión cuadrática	130
5.3.14	Error de la Proyección por regresión Mixta	131
5.3.15	Resumen de Comparación entre errores relativos	132
5.4.01	Tarjeta-Sostener	137
5.4.02	Revisión de requisitos críticos del cliente	140
5.4.03	Etapas Multi-Generacionales	141
C.01	Conclusiones respecto a las metodologías de mejora	142
C.02	Conclusiones respecto al caso de estudio	149
C.03	Conclusiones respecto a las Hipótesis Secundarias	150
C.04	Conclusiones respecto a las Hipótesis Alternativas	152

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

Metodologías de Mejora de la Calidad.

Mejora Continua.

Toyota Production System -TPS.

Lean Manufacturing.

Six Sigma.

Lean Six Sigma.

Calidad.

Pronósticos de Ventas.

Series Temporales.

ARIMA.

THEMATIC DESCRIPTORS

Methods of improving quality

Continuous improvement

Toyota Production System – TPS

Lean Manufacturing.

Six Sigma .

Lean Six Sigma.

Quality .

Sales forecast.

Time series.

ARIMA.

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación aplicada trata respecto a las metodologías de mejora de la calidad: **Six Sigma (6S)**, **Lean Manufacturing (LM)** y **Lean Six Sigma (LSS)**. En un primer acercamiento expondrá cómo las dos primeras metodologías "*evolucionan*" hacia LSS. En segunda instancia mostrará un caso de negocio (mejora de pronósticos) donde el uso de LSS permite alcanzar resultados concretos y eficientes en la búsqueda de la Mejora de la Calidad.

ABSTRACT

This applied research is about the quality improve methodologies: Six Sigma, Lean manufacturing and Lean Six Sigma. In a first approach exposes how the first two methodologies evolve to Lean Six Sigma. Secondly shows a business case (improving forecasts) where LSS allows fast, efficient and concrete results using the quality improve.

CONVENCIONES PREVIAS

El trabajo mencionará repetidamente los nombres de las metodologías y la jerarquía de la estructura organizacional Six Sigma, para facilitar la lectura y agilizarla acordaremos - en primer lugar - las siguientes equivalencias y significados:

Toyota Production System [TPS] principalmente se refiere al origen japonés de la manufactura esbelta sustentada con una cultura oriental. El concepto principal es eliminar los desperdicios.

Manufactura esbelta [Lean manufacturing o LM] la versión occidental de Toyota Production System; a pesar de tener los mismos conceptos no llegan a ser lo mismo por las diferencias culturales.

Six Sigma [6-S] Metodología de mejora de la calidad desarrollada por Motorola, busca la perfección. Su principal herramienta es el manejo estadístico. Se definen dos modelos de trabajo: DMAIC (mejora de procesos) o

DMEDI (diseño). La importancia de DMAIC es tan grande que casi se olvida la metodología desarrollada para el diseño. En este trabajo cuando hablemos de Six Sigma estaremos implícitamente refiriéndonos a DMAIC.

Lean Six Sigma [LSS] Metodología que incorpora al pensamiento Six Sigma los conceptos de Lean Manufacturing (Manufactura esbelta); esta tesis pretende mostrar que se ha producido una evolución al unir LM con 6-S.

Black Belt [BB]: cargo definido en la metodología 6-S y LSS. Es el ejecutor-responsable del proyecto y especialista en herramientas de calidad.

Master Black Belt [MBB]: Jefatura o Gerencia a cargo de los BB, es capacitador de especialistas en calidad y asesor de proyectos Six Sigma.

Champion: Cargo de la estructura organizacional Six Sigma, cumple labores de facilitador junto al MBB. Tiene una capacitación en calidad de menor nivel que el MBB, su función es apoyar los proyectos brindando facilidades desde el lado de la Gerencia.

Patrocinador : Cargo temporal de la estructura organizacional Six Sigma. Su misión es monitorear un proyecto Six Sigma y brindar facilidades al BB a cargo. Coordina con el MBB y el Champion la selección de proyectos y el monitoreo

de los mismos. En muchos casos es un Gerente o Sub-Gerente del área beneficiada con el proyecto.

El segundo acuerdo es que los nombres comerciales que son populares en el mundo entero como Six Sigma, Black Belt, etc. permanecerán en inglés debido a un tema de uso y costumbre en el ambiente de la calidad.

El tercer acuerdo está referido a las citas en otro idioma. Cuando se mencione una cita dentro del texto, ésta estará en español y como nota al pie de página aparecerá la cita en su idioma original. En este aspecto, acordamos también, que las traducciones realizadas transmiten un pensamiento, por ello no serán estrictamente literales y pueden presentarse frases equivalentes del idioma español.

Finalmente, para mantener el anonimato de los entes participantes, nos referiremos a "LA EMPRESA", "FABRICA", "USUARIO", etc (MAYÚSCULAS, como sinónimo de un nombre propio); los valores están alterados rígidamente, es decir, no alteran el análisis, pero los montos son distintos de los reales. Si en algún caso se mencionan nombres propios reales, sólo es para conceptualizar el tamaño o rubro del negocio, pero los valores ligados (si existen) están cambiados.

INTRODUCCIÓN

LA EMPRESA actualmente tiene un problema claro respecto a sus pronósticos de ventas: **no son confiables**. Surge entonces el interés de hacerlos revisar por el área de *Procesos y Mejora Continua (P&MC)* de la organización. Sin embargo, al iniciar el trabajo dicha área descubre que el caso de estudio no puede derivarse simplemente al área de 6S o la de LM, pues el perfil de solución no está claramente definido para ninguna de las dos metodologías.

La cultura de la Mejora Continua aprovecha los problemas para convertirlos en oportunidades de mejora, por ello, la Jefatura del área decide que este trabajo también servirá para explorar la metodología Lean Six Sigma. La oportunidad es explorar la posibilidad de un cambio de paradigma, incluir una tercera metodología, o sencillamente, buscar nuevas alternativas para la mejora de calidad. Por lo tanto, el trabajo trata de:

- a) Una investigación Conceptual , donde *se debe descubrir la relación que tienen Manufactura Esbelta y Six Sigma con la nueva Lean Six Sigma*, y cuál es su implicancia en la Mejora de la Calidad;
- b) En caso que la investigación conceptual sea favorable para nuestro caso, aplicar *Lean Six Sigma* para solucionar el tema de los pronósticos.

El **CAPITULO I** se dedica a formalizar el objetivo principal de la Tesis y sus Hipótesis de trabajo. El **Capítulo II** muestra un repaso de los distintos tópicos que permitirán desarrollar las cuestiones planteadas en el primer capítulo.

El **CAPITULO IV** se dedica a la exploración conceptual de Six Sigma y Lean Manufacturing, para determinar la esencia de Lean Six Sigma, su relación con las anteriores y como se ubica conceptualmente respecto a ellas.

El **CAPITULO V** presenta el Caso de Negocio original, un problema de pronósticos de ventas, donde se aplica LSS, descubriendo además que soluciones sencillas pueden llevarnos a soluciones efectivas para la empresa. El capítulo se sub-divide en las cuatro etapas que el método señala: IV-1 Trabajo Previo, IV-2 Encontrar, IV-3 Mejorar y IV-4 Sostener.

Las **Conclusiones y Recomendaciones** se presentan como capítulo final; luego se acompaña un Glosario de Términos, La Bibliografía, una cantidad de Anexos que permiten involucrarse directamente en la exploración académica, finalmente, la data de cálculo se acompaña en un DVD que permite revisar los cálculos en EXCEL y/o Minitab.

CAPÍTULO I

Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la Realidad

LA EMPRESA desarrolla sus pronósticos de venta en base a una aplicación que llamaremos “Software-Pronosticador “.La situación es que los valores obtenidos son excesivos comparados con la realidad y los usuarios a todo nivel están desconcertados.

El desarrollo de este proceso debería permitir pronosticar, valorizar, analizar las ventas potenciales por empresa, región y a nivel nacional; adicionalmente permitiría controlar el parque de máquinas existente. Teóricamente con esta información se emprenderían campañas hacia clientes-objetivo con “paquetes de ofertas” para los distintos mercados en los que se tiene presencia.

Esto no sucede porque los valores pronosticados son excesivamente altos (diez veces aproximadamente) respecto a la realidad, lo cual desalienta a los

vendedores. Las Gerencias se conforman con que el reporte de participación del mercado indique un valor cercano o mayor al tradicional . Los pronósticos los toman como un referente lejano.

LA EMPRESA trabaja los temas de calidad y/o Mejora Continua con la metodologías Six Sigma o con Lean Manufacturing (entendidas como distintas). Actualmente llega bibliografía sobre *Lean Six Sigma (LSS)* como una metodología de Mejora de la Calidad, pero no indica cuál es su diferencia respecto a las otras.

En un principio se pensó que era lo mismo¹ que Six Sigma, luego se vió que contenía algunas herramientas de Lean Manufacturing sin explicar el porqué de su uso. La bibliografía a la mano nos hace pensar que ha habido una mejora en las metodologías de la Mejora de la calidad antes mencionadas. Determinar el alcance de este cambio permitiría trabajar una sola metodología (LSS).

La implicancia de trabajar dos metodologías es que mientras 6S se aboca a problemas complejos, LM se orienta a temas sencillos; por ello existe malestar y desunión en el personal de P&MC :

¹ Sucede que muchas empresas han decidido colocarle sus propias siglas a las metodologías de Calidad referidas a LM, lo cual ha incrementado aún más la confusión

- a) Equipo 6S: personal experimentado, más calificado, trabajo complejo, mayor desgaste, menos logros,, menor reconocimiento;
- b) Equipo LM: personal joven, menos calificado, trabajo sencillo, poco desgaste, más logros, y mayor reconocimiento.

1.2 Definición de los problemas principales

La Descripción de la realidad nos presenta dos problemas que pueden esbozarse de la siguiente manera:

- 2. *El software pronosticador no cumple con su objetivo al estimar valores excesivos respecto a la realidad observada; solucionar este inconveniente debe derivarse al área de Procesos y Mejora Continua (P&MC); sin embargo;*
- 1. *El método de solución a utilizar no está claramente definido (Six Sigma, Lean Manufacturing o - la nueva - Lean Six Sigma).*

Si bien los problemas surgen en este orden, lo cierto es que deben de resolverse de manera inversa; ya que la primera decisión a tomar es la metodología a utilizar para desarrollar el problema práctico; y, el segundo trabajo a desarrollar debe ser el tema de los pronósticos. por ello la numeración que se ha colocado es inversa.

1.3 Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo respecto a las metodologías de mejora

La documentación disponible presenta Lean Six Sigma como un método Six Sigma que utiliza herramientas de Lean Manufacturing sin mayor explicación.

La metodología 6S muestra que tiene importantes brechas a mejorar en su aplicación, y las herramientas LM justamente proporcionan “alivio” en ciertos temas espinosos; sin embargo, LM tiene un soporte filosófico que es importante y no puede ser obviado a riesgo de perder las mejores capacidades del método.

El objetivo único del tema conceptual :

Validar si es posible unificar Six Sigma con Lean Manufacturing como un solo método (LSS)

1.3.2 Objetivos respecto al tema de Pronósticos:

Los **PROBLEMAS** con el Software-Pronosticador surgen de **NO CONOCER** el método subyacente que utiliza la aplicación, detallando:

1. El software pronosticador es una caja gris, que no permite la manipulación de datos para determinar su accionar.
2. No se sabe si el método subyacente de la aplicación permite alcanzar los resultados que la empresa requiere.
3. No se sabe si la empresa produce la data adecuada para conseguir los resultados que requiere.

Estos tres problemas principales pueden explorarse mejor dando respuesta a temas más específicos como:

P-1 Determinar el método de evaluación del software pronosticador.

P-2 Definir si el método subyacente en la aplicación permite alcanzar los resultados que la empresa requiere.

P-3 Evaluar la cantidad de data necesaria para un correcto uso de la aplicación en la empresa.

P-4 Cuantificar el esfuerzo (económico, administrativo) para asegurar que la aplicación proporcione la información adecuada.

P-5 Para manejar campañas se necesita manejar productos- Clientes- Ventas- fechas(temporadas); tiene esa capacidad la aplicación?

P-6 Se necesita conocer la sensibilidad de la aplicación.

Objetivo principal del tema de Pronósticos

Nuestro problema indica que desconoce lo que hace el software para realizar la proyección de ventas por empresa y, menos aún sabe si esta información le sirve. por tanto *el Objetivo Principal* es:

Validar si el software-pronosticador puede proporcionar la información adecuada para que LA EMPRESA tome las decisiones que requiere.

Objetivos específicos del tema de Pronósticos

Los objetivos específicos están alineados con las preguntas subalternas, de ahí tenemos que debemos responder las siguientes cuestiones:

- O1. *Definir un método matemático-estadístico que permita reproducir las evaluaciones del software-pronosticador (crear un SIMULADOR del software-pronosticador).*
- O2. *Determinar los parámetros del método subyacente que utiliza el software-Pronosticador (SIMULADOR).*
- O3. *Determinar la cantidad de data necesaria a partir del SIMULADOR del Software-Pronosticador.*
- O4. *Estimar el esfuerzo requerido para que la aplicación evalúe adecuadamente los pronósticos.*
- O5. *En base al SIMULADOR determinar si la aplicación puede entregar los resultados que la empresa requiere.*
- O6. *En base al SIMULADOR estimar la sensibilidad de la aplicación ante cambios bruscos de los factores económicos.*

Al inicio de este capítulo se señaló que los pronósticos no eran confiables, por lo tanto, cabe la posibilidad de que el software-pronosticador no pueda cumplir su objetivo; por tanto, bajo este escenario surgen dos nuevos objetivos bajo este supuesto:

Objetivos complementarios del tema de Pronósticos

- a) *Si el software-pronosticador NO puede proporcionar la información adecuada para que LA EMPRESA, determinar si son salvables las inconformidades.*
- b) *Si el software-pronosticador NO puede proporcionar la información adecuada para que LA EMPRESA y No es salvable la inconformidad, determinar un método que LA EMPRESA pueda utilizar a partir de la data que maneja.*

1.4 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Justificación e Importancia

1.4.2 Delimitación

1.4.1 Justificación de la investigación

En la actualidad los procesos de mejora de la calidad no funcionan adecuadamente en LA EMPRESA;. Existen dos metodologías que dividen el trabajo en dos grupos de personas, y el trabajo no es parejo, lo cual produce insatisfacción en el área: *el área de calidad necesita mejorar la distribución de la carga de trabajo.*

Una experiencia similar anota Smith B. [Bibliografía:T01,K08] donde indica que *“los proyectos 6-S demoran meses en terminar y producen BB’s desconectados de la realidad”*². Esto es producto de la capacitación donde el BB tiene que convertir el problema real en un problema estadístico. Respecto a Lean Manufacturing dice: *“Lean aplica acción e intuición atacando rápidamente los eventos con Kaizen obteniendo rápidos beneficios”*³.

² According to Smith [T03,K05], six sigma projects take months to finish, and they produce elite black belts who are disconnected from the shop floor.

³ “lean brings action and intuition to the table, quickly attacking low hanging fruit with kaizen events”.

Relata también conflictos personales similares a los que mencionamos indicando *que “cuando las metodologías se trabajan separadas, en algún momento se enfrentan, sin embargo, la unión de ambas metodologías tiene un impacto positivo en la moral, inspirando el cambio en la cultura del trabajo debido a que los trabajadores ven los resultados de sus esfuerzos casi inmediatamente”*⁴.

Determinar si Lean Six Sigma mejora la utilización de ambas metodologías y las une, significaría un cambio de paradigma en el área de Procesos y Mejora Continua de LA EMPRESA. La consecuencia inmediata sería la unificación de criterios, el balanceo de la carga de trabajo y alinear al equipo completo bajo las mismas reglas.

Respecto a los Pronósticos: es **vital** para una empresa estimar sus ventas, las decisiones se toman el día a día con datos o sin ellos...no hay vuelta atrás.

La importancia para LA EMPRESA es que durante tres años ha trabajado e invertido para tener una mejor perspectiva en la toma de decisiones y hoy no

⁴ “ when run separately, such programs will naturally collide with each other. In contrast, a combination of lean and six sigma has a positive impact on employee morale, inspiring change in the workplace culture because teams see the results of their efforts put to work almost immediately”

puede entender lo que sucede. Es necesario decidir qué se debe hacer. La Empresa tiene cientos de trabajadores que dependen de las “buenas decisiones” que tomen los Gerentes; es importante y urgente mejorar este tema.

1.4.2 Delimitación de la investigación

La investigación quedará delimitada por la facilidad de la data conseguida:

- Se circunscribirá al parque de máquinas del mercado de construcción y minería principalmente.
- Las empresas estudiadas deberán caer en la denominación de Mediana Empresa (entre 20 equipos como máximo y 4 como mínimo).
- La valorización se realizará para Repuestos, no se trabajará la parte de servicios.
- Se mantendrá el secreto empresarial por lo que los valores presentados corresponderán a una transformación RIGIDA, que permitirá visualizar todas las tendencias, pero no los valores reales.
- Los nombres propios no aparecen o están cambiados.

La etapa de implementación se mostrará superficialmente por carecer de importancia académica.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1 Marco Teórico Respecto a los Métodos de Calidad

2.1.1 Antecedentes

Todas las metodologías revisadas en esta tesis buscan mejorar la calidad de los productos. Tener Calidad equivale a decir que se tiene un producto apreciado por el cliente, esto implica estar en condiciones de conseguir un alto valor de intercambio para provecho del negocio y las personas que viven de él. Para lograr la calidad se recurre a mejoras en la industria (o servicios), por ello es importante revisar el tema de las tácticas y estrategias en la empresa; luego las metodologías en sí mismas

2.1.2 Marco Teórico Conceptual

Los temas a revisar en este capítulo son:

- 1) La Calidad
- 2) Tácticas y Estrategia en la Empresa.
- 3) Métodos de Mejora de la Calidad.
 - 3.1 Toyota Production System (TPS).

3.2 Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).

3.3 Six Sigma (6-S)

3.4 Lean Six Sigma (LSS).

2.1.2.1 LA CALIDAD

No existe una definición exacta de lo que significa “calidad”, es lo que llamamos una definición subjetiva, es decir, depende del individuo que la analiza. Según esto podemos presentar algunas definiciones que son útiles a nuestro estudio⁵:

- Sinónimo de superioridad o excelencia; desgraciadamente estos conceptos son subjetivos y varían según los individuos.
- Es una característica determinada, medible y específica que tiene el producto. De aquí proviene la (falsa) idea de que “más es mejor” y por ello se supone que el precio es directamente proporcional a la calidad.
- La calidad está directamente ligada al valor entregado en el producto y que el cliente está de acuerdo en pagar. Esta definición es la que probablemente mejor se ajuste a la concepción de negocio de hoy en día.
- La justeza con que el producto se acerca a las especificaciones de diseño del producto; es por tanto, el resultado de las prácticas de ingeniería y manufactura.
- Satisfacer o exceder las expectativas del cliente.

⁵ Fuente, Bibliografía[L07].

2.1.2.2 LOS FILÓSOFOS DE LA CALIDAD

A principios del 1900 se instauraron los principios de la línea de producción e inmediatamente después se desarrolló la producción en masa (Taylor y Ford). Después de la segunda guerra mundial se produce un nuevo avance significativo en la producción al expandirse los temas de calidad; a esta etapa pertenecen tres nombres significativos: Edwards Deming, Joseph Juran y Phillip B. Crosby.

Deming considera que la variación es la causa de la mala calidad en los productos. En los hombres, la inconsistencia del comportamiento humano en los servicios frustran a los clientes y afectan a la reputación de las empresas. Por ello, su filosofía se centra en la mejora continua de la calidad de productos y servicios reduciendo la incertidumbre y la variabilidad en los procesos de diseño, manufactura y servicios, bajo el liderazgo de la alta gerencia. Crea un método de mejora conocido como PDCA (Plan, Do, Check, act/ planificar, hacer, revisar y actuar de manera cíclica).

Al final de su vida resumió sus conocimientos en catorce puntos, que se mantienen perfectamente válidos hasta el día de hoy. El segundo punto "aprender la nueva filosofía" (de la calidad) llama la atención por su vigencia, en él indica que las empresas no sobrevivirán si entregan al cliente productos de baja calidad, por ello se debe adoptar un enfoque hacia el

usuario final, basado en la cooperación entre la mano de obra y la administración en un ciclo de mejora sin fin.

Juran afirmaba que en la organización se hablaban distintos idiomas: los directores hablan el lenguaje del dinero, los trabajadores el lenguaje de las cosas y los mandos intermedios actúan como intérpretes de tal manera que para trabajar en uno u otro lugar debe primero "sintonizarse". Su enfoque consistió en eliminar los defectos y tratar de cumplir las especificaciones de la manera más precisa y para lograrlo se apoyó en herramientas estadísticas.

Señala tres procesos de calidad principales (La trilogía de la calidad):

La planificación de la calidad.

El control de la calidad.

Mejora de la calidad.

Crosby habla de los "Absolutos de la administración de la calidad", en los que podemos citar :

Calidad significa cumplimiento con los requisitos, deben ser claros para no malinterpretarlos, la falta de cumplimiento significa ausencia de calidad.

No existen los problemas de calidad, si los objetivos no se cumplen es porque en algún departamento de la organización no se logra y ellos mismos están en la obligación de mejorar hasta alcanzarlos.

La calidad no cuesta, lo barato es hacer las cosas bien desde la primera vez.

El desempeño se mide calculando los gastos del no cumplimiento de las especificaciones.

La norma de desempeño es cero defectos: las personas están condicionadas a creer que los errores son inevitable, sin embargo cuando este error se vuelve en contra de ella, entonces no está dispuesta a aceptarlo. Así como no estamos dispuestos a aceptar errores de los demás, el

2.1.2.3 TÁCTICAS Y ESTRATEGIA EN LA EMPRESA

Los proyectos de mejora TPS, 6S o LSS son tácticas y deben estar alineadas con la estrategia del negocio. Para entender este concepto vamos a recurrir al Capítulo 2 del libro "SER COMPETITIVO, Nuevas aportaciones y conclusiones, Micahel E. Porter" (Bibliografía [L15]).

Porter inicia su análisis diciendo "Los directivos llevan dos décadas aprendiendo a jugar con las nuevas reglas. Las empresas deben ser flexibles para comprender rápidamente los cambios de la competencia y el mercado... la hiper-competencia es un problema que esos sectores se han

buscado, no el resultado inevitable de los cambios en el modelo de competencia”.

Porter se refiere a que el empresario se encuentra el día de hoy con productos iguales o similares a los suyos inundando los comercios. Cualquiera de nosotros lo puede ver en el supermercado: existen docenas de marcas de gaseosas, diferentes variedades de hortalizas, ropa de todo tipo, etc, etc. La pregunta es, ¿cuántos modelos de cada tipo puede producir el industrial? En el mercado peruano, poniendo como ejemplo los muebles de comedor: las grandes tiendas sólo compran seis juegos para el almacén, el resto es a pedido. Entonces, el fabricante necesita tener múltiples productos y una línea de producción ágil y versátil. Esa parece ser la regla del juego hoy. La producción en serie es historia.

Continúa Porter: “La raíz del problema se encuentra en la confusión entre eficacia operativa y estrategia. La búsqueda de productividad, calidad y rapidez ha engendrado un número notable de herramientas de gestión: calidad total, evaluación comparativa, y la competencia en el tiempo, la subcontratación, la creación de asociaciones, la reingeniería, la gestión del cambio... Muchas empresas se sienten frustradas ante la imposibilidad de convertir estas mejoras en rentabilidad sostenible. Las herramientas de gestión han ocupado el lugar de la estrategia. Los directivos se esfuerzan por

mejorar en todos los frentes, pero se alejan más y más de posiciones competitivas viables”.

El párrafo anterior es importante porque TPS, 6-S y LSS son metodologías que buscan productividad, calidad y rapidez, es decir, persiguen la eficacia operativa (*son tácticas*). Entonces, ¿está mal ocuparse de esto? NO, claro que no, lo que está diciendo PORTER es que **LAS TACTICAS NO PUEDEN REEMPLAZAR A LA ESTRATEGIA.**

Para evitar confusión señala claramente que:

- a) “La eficacia operativa consiste en realizar actividades similares mejor que los rivales”
- b) “el posicionamiento estratégico *entraña la realización de actividades diferentes de las de los rivales, o la realización de actividades similares de forma diferente*”.

Ejemplo de posicionamiento estratégico es lo que puede encontrarse en la “*La oportunidad de Negocios en la base de la pirámide*” (2005, C.K. Prahalad, Ediciones Granica SA) o en el caso del Circo du Soleil mencionado en “*La estrategia del océano Azul*” (Bibliografía[L011]). Refiriéndonos a este último podemos señalar que W. Chan Kim señala que quienes desean encontrar océanos azules buscan la diferenciación y el bajo costo simultáneamente. El

valor para los compradores se aumenta al buscar y crear elementos que la industria nunca ha ofrecido. El ejemplo predilecto de Kim es el Circo du Soleil, un espectáculo que es un punto de encuentro entre el circo, el teatro y el ballet: se trata de un espectáculo nuevo, no suma -se extrapola- y es diferente.

La Conclusión es que toda empresa tiene una estrategia. Si la estrategia se confunde con la táctica y ésta consiste en repetir mejor lo que todos los demás también hacen, entonces no se puede evitar que aparezcan los “océanos rojos” (llamados así por Kim en alusión a “océanos de sangre”) en donde la competencia se convierte en una competencia por sobrevivir.

La estrategia consiste en explotar nuestra ventaja competitiva en terrenos donde la competencia no pueda seguirnos o que si lo hace, no pueda igualarnos. Finalmente, si tenemos competencia del mismo tipo debemos darle a nuestro producto un valor agregado “especial” que el cliente aprecie.

Regresando a nuestras metodologías de mejora continua TPS, 6s, LSS; lo primero que debemos estar seguros es que los proyectos que se realicen puedan ser rentables para la empresa, que signifiquen una ventaja competitiva para compañía. Grandes esfuerzos para lograr procesos o productos fuera de la cadena de valor no tendrán mayor impacto. Esfuerzos en informática, contabilidad o áreas que no agregan valor directo al producto serán insuficientes para sostener al negocio. Tom Peters es contundente: “el

negocio consiste en aumentar el primer renglón (el que registra el volumen de ingresos), no en minimizar los costes”(Bibliografía [L05]).

¿Qué hacer con los procesos que no podemos mejorar? Buscar asociados. Una pequeña empresa metalmecánica que probablemente no lleve bien la contabilidad o los sistemas informáticos, debería pensar en subcontratar; su foco debe estar centrado en lo que sabe hacer mejor: la transformación de los metales, eso es estar alineado con una estrategia consistente. De otra manera estará destruyendo valor.

Concluyendo: LA CALIDAD SE PLANIFICA SEGÚN EL MERCADO A SATISFACER. Todas las metodologías (tácticas) tienen que responden a la estrategia del negocio; *las metodologías tienen éxito si se aplican con una estrategia coherente*; y TODAS las empresas tienen una estrategia, así no lo sepan. La táctica es la versatilidad para enfrentar diferentes batallas y la estrategia es el plan para ganar la guerra. Para terminar - también con Porter- remarcamos: “Toda empresa que compite en un sector posee una estrategia competitiva, ya sea explícita o implícita. Esta estrategia pudo haber sido desarrollada explícitamente mediante un proceso de planeación o pudo haberse originado en forma implícita a través de la sinergia de los diferentes departamentos funcionales de la empresa.” Las metodologías de calidad no salvarán a una organización que transita por un océano rojo.

2.1.2.4 MÉTODOS DE MEJORA DE LA CALIDAD

Manufactura esbelta (lean manufacturing)

La manufactura esbelta ha sido definida de varias maneras, tal vez por el hecho de ser un desarrollo japonés ha sido un difícil llegar a una traducción que pueda acercarse íntimamente a su concepto. Definiremos LM como una filosofía para hacer las cosas con el mayor beneficio para todos los involucrados; se origina principalmente en la fábrica de automóviles Toyota y se orienta principalmente a la producción. El día de hoy, sabemos que se puede aplicar en otras actividades humanas que pueden estar o no ligadas a una línea de producción.

Se dice que “Lean es Lean desde que provee una manera de hacer más y más, con menos y menos” (Bibliografía [K01]). Esto significa aminorar esfuerzo humano, de maquinaria, tiempo, espacio mientras que se producen simultáneamente bienes (o servicios) que el cliente realmente necesita a costa de eliminar actividades identificadas como innecesarias⁶

El enfoque de todo el sistema es la eliminación de desperdicios (*muda* en japonés). Por oposición, el objetivo es sólo *mantener lo que agrega valor*. Esta

⁶ [*Lean* is lean since 'it provides a way to do more and more with less and less', that is to say less human effort, less equipment, less time and even less space while simultaneously producing products that customer really want. In this way it facilitates increasing value while decreasing waste at the same time (WOMACK & JONES, 1996, p. 15).Christoph Baruch [Bibliografía [K06].

sola preocupación permitirá desarrollar diferentes métodos y procesos eficientes e indispensables. El pensamiento esbelto indica que el éxito no se logra por la implementación de actividades, controles o herramientas; sino por un cambio de cultura⁷. Toyota Production System (TPS) ha desarrollado un método para la mejora de procesos que tiene coherencia y armonía con la estructura de su organización y con la manera de pensar de su gente. Es por eso también que la implementación de los procesos en otros lugares no ha tenido el éxito esperado (el cambio de cultura es muy difícil de implantar)

Six sigma

Six Sigma es una metodología que se focaliza en eliminar la variabilidad de los procesos; entendiendo que esta variabilidad impide que los productos y/o servicios tengan la calidad que el cliente requiere.

Six Sigma está orientado a la calidad, en teoría busca el producto perfecto y sólo está dispuesto a aceptar 3.4 errores por millón de oportunidades⁸. 6 Sigma puede aplicarse a todos los procesos, funciones y disciplinas.

⁷ Once you look closer at the TPS you will begin to understand that the success of this approach is not just driven by the implementation of the identified various practices,...Rather, it is the coherence and harmony of and with the underlying structure, organization and people's mentality how tasks are arranged and performed. SPEAR & BOWEN (1999, pp. 96-106)]. Christoph Baruch [Bibliografía [K06]].

⁸“ Oportunidades” se refiere a la cantidad de maneras potenciales de producirse una falla .

La metodología busca la perfección para satisfacer las necesidades de los clientes, se basa en decisiones basadas en los datos y *hechos*, mejora los procesos, está alineada con la estrategia de la empresa y mide el impacto sobre los resultados. Six Sigma es una metodología que impulsa el cambio.

La metodología se basa en una moderna estructuración de conocimientos que siempre han existido y está abierta a los nuevos conocimientos que puedan surgir. Lo que plantea es un programa coherente con apoyo y liderazgo imprescindible desde la alta dirección.

2.1.3 MARCO TEÓRICO INSTRUMENTAL

2.1.3.1 Lean Six Sigma

La descripción de LSS no es complicada, podemos decir que surge cuando Six Sigma decide incluir en sus herramientas de calidad a todo Lean Manufacturing⁹.

La gente que desarrolló Six Sigma advirtió desde un principio que no había inventado nada, sólo había ordenado mucho conocimiento disperso relativo a la calidad. Consideró que su principal herramienta era la Estadística y sencillamente la adoptó completamente. El año 2001 Jack Welch hizo otro

⁹ En un principio incluyó como herramienta a "toda la estadística", de la misma manera decidieron incluir todo "Lean Manufacturing".

tanto con Lean Manufacturing, pero sólo habló de nuevas herramientas “spam”. No aclaró que dichas herramientas eran LM¹⁰.

La importancia de LSS no radica en sus definiciones básicas ni en las herramientas sino en la aplicación. La sinergia que se produce al momento de desarrollar nuevos proyectos hace que los trabajos 6S se planifiquen más cortos y en etapas multi-generacionales, de tal manera que se producen resultados rápidamente. Por otro lado, los típicos trabajos de LM que buscaban eliminar desperdicios se realizan con mayor sustento estadístico, por lo que se puede profundizar más en las soluciones y no sólo eliminar lo evidente sino tener una visión holística del proceso. En conclusión, ambas metodologías comparten experiencias y resulta un producto más potente. Por otro lado, las metodologías individuales permanecen intactas.

Las diferencias mínimas que podemos señalar:

- a) LSS tiene las siguientes fases, comparando con Six Sigma-DMAIC:
 - Trabajo Previo: desde la etapa Definir hasta medir (plan de captura de data).
 - Encontrar: desde Medir (desde la captura de data) hasta Analizar.
 - Arreglar: Mejorar (en partes e iniciando por lo más sencillo).

¹⁰ Nos referimos a Lean Manufacturing - no a TPS- porque el aspecto cultural fue el Norteamericano y no el japonés. En general Jack Welch originó toda esta confusión al hablar de herramientas “spam” y no indicar que se trataba de herramientas de TPS .

- Sostener: Controlar (con un espíritu colaborador).

Las fases indicadas las señala George Group en su curso electrónico (“Virtual Coach: 6 SIGMA”), sin embargo, la misma empresa -George Group- no menciona estas etapas en sus libros, ahí mantiene las mismas etapas DMAIC. La confusión nuevamente surge. En general toda la bibliografía revisada (excepto la anotada) mantiene las etapas DMAIC. Nuestro parecer es que las nuevas etapas son más funcionales que las originales de Six Sigma.

- b) Otra diferencia, esta vez más profunda es la posibilidad de elegir un método antes de enfrentar un proyecto. A diferencia de las metodologías originales, que sólo tenían una forma de encarar sus proyectos, aquí surge una tercera opción; que podríamos decir que se trata de un DMAIC-Ingenieril, donde se permite “saltar” las partes que puedan “estimarse como de poco riesgo” (Bibliografía[L07]). Podríamos pensar que la metodología se vuelve más permisible, lo cual facilita afrontar rápidamente problemas y soluciones sin tener que recurrir a modelos complejos de las ciencias formales. La experiencia y síntesis humana juega un papel más importante.

En general no hay mayores diferencias, siendo éstas más de forma. El Capítulo 03 detalla cómo ambas metodologías se complementan y *“evolucionan”* hacia un nuevo producto [LSS] simplemente por coexistir en un mismo modelo.

2.2 MARCO TEÓRICO RESPECTO A LOS PRONÓSTICOS

2.2.1 Antecedentes

El pronóstico es una herramienta que tiene como principal función reducir los riesgos en la toma de decisiones referente a distintos aspectos de una empresa como pueden ser: usos, compras, abastecimiento, condiciones comerciales, tecnología, y otros. Cuanto más acertados sean se conseguirán más recursos o se evitarán desperdicios.

La tarea de realizar pronósticos recae normalmente en el área de mercadotecnia, Ventas o Comercial .(En general, las empresas requieren de diferentes pronósticos en distintas áreas.)

Un pronóstico acertado y una adecuada proyección de la demanda permiten a las empresas controlar los costos totales a fin de racionalizar las cantidades a comprar y producir. Otro tema importante es la velocidad con la que se generan y difunden los resultados de manera que ayuden a cumplir los objetivos establecidos por la Gerencia.

En general los pronósticos no son exactos. Conforme se gane experiencia en su elaboración y se utilicen técnicas adecuadas, se lograrán proyecciones más útiles para la organización. Se debe tener en cuenta que es mejor utilizar técnicas que se comprendan cabalmente y no olvidar el buen juicio. Los valores numéricos pueden ser perfectos pero la realidad puede esconder aspectos que no pueden ser considerados en las fórmulas matemáticas.

2.2.2 Marco Teórico Conceptual

2.2.2.1 Tipos de pronósticos

En una forma breve podemos clasificar los pronósticos según:

Tipos de Pronóstico	Se divide en	Característica
Por el plazo	Corto Plazo Mediano Plazo Largo plazo	Hasta 6 meses o 1 año 1 á 3 años 3 años o más
Por el entorno	Nivel Micro Nivel macro	A nivel empresarial A nivel de país o región
Por el procedimiento	Métodos Cualitativos	Según el juicio de una o un grupo de personas, especialista o no.
	Métodos Cuantitativos	Estadísticas: se buscan patrones de comportamiento Determinísticas: Se busca detectar las diversas variables que condicionen la variable requerida (causales).

Tabla 2.01: Tipos de Pronósticos (propio)

Nos interesa estudiar los pronósticos que tienen un procedimiento único , repetible que pueda ser mejorado en el tiempo.

2.2.2.2 MÉTODOS CUALITATIVOS

Los pronósticos según el procedimiento empleado pueden ser de tipo puramente cualitativo, en aquellos casos en que no se requiere de una abierta manipulación de datos y solo se utiliza el juicio o la intuición de quien pronostica.

El más conocido es el Método Delphi, Es una técnica subjetiva (cualitativa) de juicio. Se basada en cálculos y opiniones de un grupo de expertos (no referenciados entre sí), los cuales responden un cuestionario, un moderador compila los resultados y fórmula un nuevo cuestionario que es nuevamente enviado al grupo.

El anonimato del grupo evita influencias entre participantes; pero siempre quedan temas cuestionables respecto a la selección del grupo de expertos, la construcción de cuestionarios, ruido en la comunicación y/o los efectos de una mala coordinación.

Existe otros métodos de pronóstico cualitativos, como:

- Encuestas

- Investigación de mercados
- Panel de especialistas.
- Analogía histórica

2.2.2.3 MÉTODOS CUANTITATIVOS

Se basan en datos históricos que generalmente se pueden obtener en las propias empresas si estas tienen cierta magnitud como para permitirse almacenarla en algún medio físico o virtual. Lo más importante en este tipo de data es darse el tiempo para poder validarla de manera adecuada. Normalmente los valores numéricos esconden errores, imprecisiones que deben tratarse antes o durante su revisión para utilizarla.

Métodos Cuantitativos:

Determinísticos	<u>El Determinístico</u> es un proceso en que repitiendo los mismos parámetros en un evento, sabemos con seguridad absoluta si ocurrirá o no cierto resultado.	
	Causales	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de regresión • Modelos econométricos • Modelos de entrada / salida • Indicadores guía
Probabilístico	<u>El Probabilístico</u> , detectando la relativa frecuencia de un evento, cuando el número de observaciones es abundante. (Probabilidad Empírica)	
	Series Temporales	<ul style="list-style-type: none"> • Medias móviles. • Alisado exponencial. • Modelos Autorregresivos de media móvil- ARIMA
Otros	RNA	Redes Neuronales Artificiales

Tabla 2.02: Métodos Cuantitativos / Fuente: elaboración propia

2.2.3 Marco Teórico Instrumental

Elaborar un pronóstico implica conocer o intuir los procesos y variables (más importantes) que influyen en los resultados; también implica poder manipular matemáticamente los datos históricos y sobre todo tener el juicio suficiente para mezclarlos a fin de obtener resultados coherentes con la realidad. En general todos los pronósticos se fundamentan en los datos históricos, que mediante algún artificio matemático pueden ser reflejados en el futuro.

2.2.3.1 Método causal y Software-Pronosticador

La aplicación de LA EMPRESA utiliza un método causal, es decir supone que un grupo de variables describe el comportamiento de las compras del Cliente. La determinación de esas variables permitirá construir la aplicación que simule la operatividad de variables.

La aplicación solicita datos y no se necesita ser muy intuitivo para comprender que las siguientes variables forman parte de la evaluación de la proyección de ventas anuales:

- Modelo de Máquina
- Antigüedad
- Severidad del trabajo
- Máquina o Motor
- Horas de Uso anual

2.2.3.2 Métodos Alternativos

Si al realizar la evaluación del software-Pronosticador resulta que por algún motivo no puede aplicarse a LA EMPRESA, se deberá buscar una solución alternativa; se tendrá entonces que buscar variables que permitan suponer alguna dependencia mutua para lograr una nueva función matemática que nos permita realizar alguna inferencia matemática.

Descubrir variables: correlación

La forma de descubrir alguna relación entre variables es el método estadístico denominado "Correlación de Variables". Se utilizará dicha herramienta para determinar si es posible encontrar una función de múltiples variables que puedan describir un modelo alternativo de pronóstico de ventas.

Puede suceder sin embargo que no encontremos mayor relación entre variables; en ese caso, intentaremos desarrollar un modelo Uni-Variante; esta teoría ha sido estudiado en detalle, y generalmente deriva en las funciones conocidas como "*Series Temporales*".

Series Temporales

Una serie temporal es una secuencia de valores ordenados a plazos equidistantes en el tiempo. Ejemplos típicos de estas series en nuestro medio son los siguientes: tipo de cambio diario, inflación mensual, índice de precios al consumidor (mensual, trimestral, anual), producto bruto interno (mensual, trimestral, anual), tasa de empleo... etc.

Es importante notar que en el estudio de estas series deben de cumplirse algunas condiciones que normalmente no se aplican en estadística:

- a) El datos debe estar perfectamente ordenado en el tiempo (en estadística se necesita de datos aleatorios).
- b) Los datos deben ser dependientes entre sí (en estadística los datos deben ser independientes).

Estas características simplemente no se cumplen porque no se trata de un estudio estadístico (si aplican técnicas estadísticas para evaluar los coeficientes de los modelos en algunos casos).

Modelos de series Temporales

De acuerdo a lo indicado, los modelo univariados que trabajaremos en este trabajo serán:

- 1) Método de promedio móvil
- 2) Promedio móvil ponderado
- 3) Regresión lineal
- 4) Regresión cuadrática
- 5) ARIMA (Box-Jenkins)

Validación por ERRORES mínimos

Los diferentes tipos de pronósticos ofrecen distintos niveles de precisión en sus cálculos, para determinar la mejor aproximación se calcula los errores cometidos; de esta manera, definimos el error como:

$$e = Y_t - \hat{Y}_t \quad 2.01$$

donde ; Y_t :valor observado

\hat{Y}_t : valor de pronóstico

e : error absoluto

El error total acumulado determinará finalmente la mejor aproximación, por ello muchas veces, los diferentes estudios prefieren evitar la posibilidad de que errores con signos opuestos puedan reducir el total, por ello se han derivado otras expresiones que evitan esta posible fuente de confusión. Los más conocidos son:

MAD (desviación media absoluta)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_1^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad 2.02.1$$

MSE(error cuadrático medio)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_1^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad 2.02.2$$

RMSE(raíz cuadrada del error cuadrático medio)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad 2.02.3$$

MAPE(error porcentual absoluto medio)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{|Y_t|} \quad 2.02.4$$

MPE (error porcentual medio) en este caso, nuevamente aparece el signo, su utilización es para buscar sesgo en los valores: el valor ideal debe estar cerca de cero, si esto no sucede, los valores estarán sobredimensionados si los valores salen negativos o estarán sub-valuados en caso inverso.

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \quad 2.02.5$$

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Iniciamos la solución de los problemas planteadas en el CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA alineando preguntas, problemas, oportunidades de mejora; a una Hipótesis de trabajo. Se evaluará el valor de verdad del enunciado (Verdadero/Falso), que al determinarse permitirá estructurar la Solución General del problema planteado.

Los temas básicos Generales a resolver son dos:

1ro) *El método de solución a utilizar no está claramente definido (Six Sigma, Lean Manufacturing o - la nueva - Lean Six Sigma).*

2do) *El software pronosticador no cumple con su objetivo al estimar valores excesivos respecto a la realidad observada;*

En la siguiente tabla se presenta el tema de las metodologías de la mejora de la calidad; si la hipótesis es cierta permitirá salvar la indefinición respecto a cuál de las metodologías deberá solucionar el tema de los pronósticos; pero su implicancia mayor es que permitirá cambiar el paradigma de trabajo en LA EMPRESA y podrá re-estructurar el área de Procesos & Mejora Continua al interior de la organización.

3.1 HIPOTESIS: METODOLOGÍAS DE MEJORA DE LA CALIDAD

Preguntas	Problemas / Oportunidades	Objetivos	Hipótesis
<p>Descubrir la relación que tienen . Manufactura Esbelta y Six Sigma con la nueva Lean Six Sigma</p>	<p>La documentación de LSS no explica su relación entre 6Sy LM. LSS utiliza herramientas de ambas metodologías; es importante saber si se trata de una mejora y si esto puede ayudarnos en nuestro trabajo...</p>	<p>Determinar si es posible unificar ambas metodologías y si esta unificación es Lean Six Sigma.</p>	<p>La metodología Lean Six Sigma es una evolución de sus predecesoras Lean Manufacturing y Six Sigma.</p>

Tabla 3.1: HIPOTESIS: METODOLOGÍAS DE MEJORA DE LA CALIDAD

3.1.1 Tipo de investigación:

Se aplicará una investigación de tipo descriptiva, ya que no se operarán variables. Compararemos diversas características de cada uno métodos de mejora de calidad para llegar a una conclusión.

3.1.2 Método

La experiencia y los documentos muestran una posible evolución de LM y 6S hacia el método LSS ; por lo tanto, definiremos según la Real Academia de la Lengua (RAE) lo que significa “evolución”; luego nos limitaremos a comparar los tres tipos de métodos de mejora de calidad y lo referenciamos entre ellos mismos, con otros documentos disponibles y con nuestra propia experiencia para determinar si dicha *evolución* se ha producido.

3.1.3 Datos

Los Datos a utilizar provienen de distintas fuentes: libros, trabajos de investigación, artículos y de otros documentos que están detallados en la bibliografía.

3.1.4 Propuesta de solución

La experiencia y los documentos muestran una posible evolución de LM y 6S hacia el método LSS ; por lo tanto, definiremos según La Real academi de la Lengua lo que significa “evolución”; luego nos limitaremos a comparar los tres tipos de métodos de mejora de calidad y lo referenciamos entre ellos

mismos, con otros documentos disponibles y con nuestra propia experiencia para determinar si dicha "evolución" se ha producido.

3.2 Hipotesis de los pronósticos en la empresa

El segundo tema a tratar es la que produce "dolor" en LA EMPRESA: Pronósticos excesivos y no coherentes con la realidad. La dificultad mayor en este caso es que el Software- Pronosticador no se puede manipular y la opción de realizar pruebas con data controlada también esta descartada ya que eso alteraría la Base de Datos de la aplicación.

Otro tema importante a considerar es si el Software-Pronosticador puede entregar *"la información que LA EMPRESA requiere"*. Para determinar cuál es esa información obliga a detallar más el problema, con lo cual surgen las Hipótesis Secundarias, que en su conjunto determinarán si la aplicación puede entregar lo que el usuario final desea saber.

El Caso de Negocio se complica si la respuesta es negativa (el Software-Pronosticador NO puede entregar lo que el usuario desea saber); bajo esta premisa la solución cambia dramáticamente; se debe encontrar una opción que permita salvar la situación. Esta opción se cubre con lo que hemos denominado las Hipótesis Alternativas .

Resumiendo, el segundo problema respecto a los pronósticos de la empresa implica plantear una Hipótesis Principal, que para ser absuelta completamente debe descomponerse en Hipótesis Secundarias; el conjunto de ellas permitirá saber si es factible tener las respuestas adecuadas. En caso de no poder hacerlo surgen dos Hipótesis Alternativas, que deberán permitir que la empresa logre un modelo de pronósticos viable hacia sus necesidades.

La siguiente Tabla muestra las diferentes arquitecturas lógicas que nos lleva a estructurar la solución del segundo problema

3.2.1 HIPÓTESIS PRINCIPAL

Preguntas	Problemas / Oportunidades	Objetivos	Hipótesis Principal
<p>¿Cuál es el método subyacente en el Software-Pronosticador?</p>	<p>La aplicación es una caja gris, que no permite la manipulación de datos para determinar su accionar; realmente no se sabe cómo trabaja.</p> <p>No se sabe si el método subyacente en la aplicación permite alcanzar los resultados que la empresa requiere.</p> <p>No se conoce la cantidad de data necesaria para obtener resultados correctos de la aplicación.</p>	<p>Validar si el <i>software-pronosticador</i> puede proporcionar la información adecuada para que LA EMPRESA tome las decisiones que requiere.</p>	<p>El Software-Pronosticador proporciona la información adecuada para LA EMPRESA tome las decisiones que requiere.</p>

Tabla 3.2.1: Hipótesis principal (metodologías de mejora)

3.2.2 HIPÓTESIS SECUNDARIAS

Preguntas	Problemas /Oportunidades	Objetivos	Hipótesis Secundarias
¿Cómo trabaja el software-Pronosticador?	Determinar el método de evaluación del Software-Pronosticador. Definir un método matemático o estadístico que permita reproducir las evaluaciones del software pronosticador.	Crear un SIMULADOR que reproduzca el accionar del software-Pronosticador de tal manera que permita definir el funcionamiento de la aplicación en estudio.	H1:El SIMULADOR reproduce los resultados del Software-Pronosticador.
¿Qué método de solución utiliza la aplicación?	Determinar si el método subyacente en la aplicación permite entregar los resultados que la empresa requiere.	Determinar los parámetros del método subyacente que utiliza el software-Pronosticador (SIMULADOR)	H2:El método que utiliza el Software-Pronosticador puede entregar la data que requiere la empresa.
¿La aplicación tiene la data suficiente para realizar pronósticos aceptables?	Evaluar la cantidad de data necesaria para un correcto uso de la aplicación en la empresa.	Determinar la cantidad de data necesaria a partir del SIMULADOR del Software-Pronosticador.	H3: Se tiene la cantidad de data necesaria para que la aplicación Genere correctamente la información que la empresa requiere.
Cuánto esfuerzo significa tener la data necesaria para asegurar que la evaluación sea válida.	Cuantificar el esfuerzo (económico, administrativo) para asegurar que la aplicación proporcione la información adecuada	Estimar el esfuerzo requerido para que la aplicación evalúe adecuadamente los pronósticos.	H4:Se entrega el esfuerzo que requiere la aplicación para asegurar los resultados adecuados.

Tabla 3.2.2: Hipótesis secundarias (Metodologías de mejora)

HIPÓTESIS SECUNDARIAS (Continuación...)			
Preguntas	Problemas /Oportunidades	Objetivos	Hipótesis Secundarias
¿El software-Pronosticador permite gestionar campañas?	Para manejar campañas se necesita manejar productos- Clientes-Ventas-fechas(temporadas)¿ tiene esa capacidad la aplicación?	En base al SIMULADOR determinar si la aplicación puede entregar los resultados que la empresa requiere.	H5: La data que maneja la aplicación permite gestionar campañas.
¿por qué el software-Pronosticador no mostró variación durante la crisis del 2008?	Las tendencias de la aplicación se mantuvieron, cuando en la realidad las ventas crecieron, se necesita conocer la sensibilidad de la aplicación.	En base al SIMULADOR estimar la sensibilidad de la aplicación ante cambios bruscos de los factores económicos.	H6: La sensibilidad de la aplicación ante cambios económicos bruscos es suficiente par la empresa.

3.2.3 HIPÓTESIS ALTERNATIVAS

	El software-Pronosticador no puede proporcionar la información adecuada que LA EMPRESA requiere.	Determinar si son salvables las inconformidades.	H7: Las inconformidades del Pronóstico de Ventas son salvables.
	El software-Pronosticador no puede proporcionar la información adecuada que LA EMPRESA requiere y no son salvables las inconformidades.	Determinar un método que LA EMPRESA pueda utilizar a partir de la data que maneja.	H8: Se puede levantar un Pronóstico de Ventas que remplace sólo con a la data que maneja la empresa y que proporcione la información necesaria para que La Empresa tome las decisiones que requiere.

Tabla 3.2.3 Hipótesis alternativas (metodologías de mejora)

3.2.4 Tipo de investigación

Se aplicará una investigación aplicada ya que busca una solución práctica con un margen de generalización limitado¹¹. La opción de considerarla una aplicación experimental también es válida, pues en el desarrollo de la solución tendremos que crear una aplicación que SIMULE al software-
Pronos donde se utilizará el método que resulte más adecuado según los resultados de la investigación anterior .

3.2.5 Método

Se utilizará la metodología LM, 6S o LSS; la que resulte más adecuada según la exploración del primer problema. Bajo este método de solución se deberá determinar si el Software-Pronosticador es adecuado o no para LA EMPRESA.

3.2.6 DATOS

Los datos provienen de la Base de Datos de LA EMPRESA , con cinco años de historia y registros mensuales. Se tienen alrededor de 12000 equipos identificados por número de serie, propiedad de 3000 empresas y 5 años de

¹¹ La opción de considerarla una aplicación experimental también es válida [Bibliografía L01], pues durante el desarrollo de la solución tendremos que crear una aplicación que SIMULE al Software-Pronosticador y validar la igualdad de soluciones. Posteriormente compararemos modelos de soluciones para responder a las Hipótesis Alternativas trabajando con Series Temporales

ventas mensuales, los cuales resultarán suficientes al evaluar el Nivel Sigma del proyecto(método Lean Six Sigma).

Para determinar la calidad de los resultados de Horas de uso anual del Software-Pronosticador se considera tomar una muestra de los valores actuales respecto a los valores existentes en la base de datos. La cantidad de datos para la muestra la podemos evaluar con la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{1.65 * s}{error} \right)^2 \quad \dots \quad 3.01$$

S: desviación estándar estimada de la aproximación [300 a 500 horas]

error : de la precisión de los datos [100 horas]

1.65 → constante para 90% de confianza (Curva Normal)

Con los valores señalados la muestra debe tener entre 25 (24.50) y 69 (68.06) datos. Se consiguieron finalmente 95 datos para dicha aproximación (Gráfica 5.1.04).

La data utilizada será segmentada y cuando se necesite evaluar otro "n" se indicará en el mismo acápite de estudio.

3.2.7 Propuesta de solución

Dado que la aplicación no es factible de ser manipulada deberá crearse (deducirse) una aplicación que SIMULE los resultados originales. La

aplicación (SIMULADOR) y el Software-Pronosticador deberán ser estadísticamente iguales.

Lograda la igualdad estadística entre aplicaciones se podrá hacer un estudio sobre el SIMULADOR para determinar si las soluciones son factibles de utilizar para LA EMPRESA. Luego, las pruebas y conclusiones serán determinadas a partir de dicha aplicación alternativa.

Las necesidades de la empresa surgirán de dos fuentes: lo que el propio Software-Pronosticador ofrece, y lo que desean los usuarios finales de dicha aplicación. En caso de que el Software-Pronosticador no pueda atender las necesidades de La EMPRESA, se deberá decidir si las inconsistencias son salvables o no (también sobre el SIMULADOR). En caso de ser salvables, se deberá determinar las mejoras a realizar.

Si las inconsistencias no son salvables deberá buscarse una solución alternativa. Esta solución deberá partir de los modelos de Pronósticos existentes y aplicables a LA EMPRESA; para determinar lo deseado por la empresa se recurrirá a las Gerencias, a todos los relacionados (stakeholders) y al soporte que la empresa pueda proporcionar

CAPÍTULO IV

LEAN SIX SIGMA

En el capítulo anterior “Estado del arte” revisamos las estructuras de las metodologías TPS y Six Sigma. Comentamos también que el mundo había conocido TPS alrededor del año 1975 después de la crisis del petróleo mientras que Six Sigma era posterior (1985).

TPS evoluciona de una cultura japonesa, donde la modestia es una virtud, por ello existe la anécdota en que un presidente de la compañía FORD pregunta “¿y cómo aprendieron esto?”, los ingenieros japoneses responden que fueron los propios americanos los que les enseñaron. Es cierto, los objetivos eran alcanzar la productividad de las plantas FORD, los medios los habían aprendido de Deming; pero la hechura es japonesa. Los métodos fueron desarrollados en Japón, de ahí que la cultura no se puede “copiar” y ese es el principal motivo por el cual muchos intentos por realizar lo mismo han fracasado.

Six Sigma es un desarrollo americano en una etapa donde el postmodernismo inunda el planeta. El 9 de noviembre de 1989 cae el muro de Berlín, el fin de la guerra fría y se sucede una etapa donde el capitalismo es el único "ismo" válido. Existe la fantasía que todos los problemas quedaban solucionados con el fin de la guerra fría. Aparece una mirada soberbia de Occidente sobre el resto del mundo. Six Sigma es una buena metodología pero tiene principios que muestran inmadurez:

"Sólo se debe aplicar a problemas donde no se conocen las soluciones"

"El BB puede tener cualquier formación..." (a pesar que su herramienta más potente es la estadística).

Tabla 4.01: Pensamiento "Lean"

(Toyota Production System, Lean manufacturing, y otras marcas registradas)

<i>Lean surge después de la segunda guerra mundial en la industria automotriz fundamentalmente para hacer más eficiente los sistemas de producción en masa.</i>			
<i>Métodos de Manufactura</i>	<i>Artisanal</i>	<i>Producción en masa</i>	<i>Pensamiento esbelto</i>
<i>Foco</i>	Tareas	Productos	Cliente
<i>Operación</i>	Partes simples	En lotes y en cola	Flujo y pedidos sincronizados
<i>Objetivo General</i>	Maestría en el armado	Reducir el costo e incrementar la eficiencia	Eliminar desperdicios y añadir valor.
<i>Calidad</i>	Integración (parte del arte)	Inspección (segundo estado de la producción)	Incluida en el diseño y los métodos de fabricación.
<i>Estrategia de Negocio</i>	A pedido.	Economía de escala y automatización.	Flexibilidad y adaptabilidad.
<i>Mejoras</i>	Maestro: conduce la mejora continua	Expertos: guían y controlan periódicamente las mejoras.	Trabajadores: conducen la mejora continua.
<i>El pensamiento esbelto es dinámico, maneja el conocimiento y está focalizado en los procesos que soportan al cliente, lo aplican empresas que continuamente eliminan los desperdicios y crean valor.</i>			

Fuente: Traducido de "MIT Lean Aerospace Initiative" (Bibliografía [K06])

Tabla 4.02: Compara 6S con LM

<i>Six Sigma fue desarrollado por Motorola en 1983 para mejorar sistemáticamente la calidad mediante la eliminación de los defectos. Gestiona la data y los procesos produciendo una dramática mejora en la calidad y la satisfacción del cliente.</i>		
Lean vs Six Sigma	Six Sigma	Lean Manufacturing
<i>Objetivo</i>	Entrega valor al cliente	Entrega valor al cliente
<i>Teoría</i>	Reducir la variación.	Remover los desperdicios.
<i>Enfoque</i>	Identificar el problema.	Acelerar el flujo.
<i>Se asume</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Existe un problema - Los diagramas y números se evalúan. - Las salidas de los sistemas mejoran si la variación de los procesos se reduce. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remover el desperdicio mejorará la performance del negocio. - Muchas mejoras pequeñas son mejores que analizar todo el sistema.
<i>Lean manufacturing surge de Toyota Production System, después de la segunda guerra mundial, ante la necesidad de producir con calidad sin mayores recursos. Una producción: limpia, justa y sin desperdicios que se mejora constantemente es la característica de este modelo.</i>		

Fuente: Traducido de "MIT Lean Aerospace Initiative" (Bibliografía [K06])

4.1 Fundamentos de las Metodologías

Estamos ante dos metodologías provenientes de distintos lugares ¿son nuevas?... revisemos rápidamente el fundamento central, ambas trabajan con el conocimiento, cuál es la filosofía que más se ajusta a cada una. Cómo evocan el conocimiento científico cada una:

Tabla 4.03: Conocimiento científico TPS. 6-S, LSS.

	TPS	Six Sigma	LSS
PROCESO	El objeto se conoce en el trabajo, no necesariamente está medido pero puede hacerse si se desea	Existe una oportunidad de mejora, detectada por las fallas en el proceso. Existe pérdida ("dolor") detectada y continua.	Puede ser conocido directamente en el trabajo o mediante abstracciones (racionalmente).
METODO	Puede manipularse experimentalmente, explorarlo y modificarlo, logrando salidas distintas que permitan aproximarse al resultado deseado.	El método consiste en dividir los temas en partes hasta que el problema pueda solucionarse en una o varias partes (Positivismo).	La forma de manipular el problema es mediante razonamiento y la ayuda de alguna ciencia formal (matemática). La salida también es abstracta y deberá implementar alguna solución fáctica para lograr el resultado deseado
PROBLEMA - SOLUCIÓN	La modificación repite el resultado previamente obtenido.	Problema real se convierte en un problema estadístico, se soluciona el problema matemático y luego se aplica a la realidad.	La modificación debe verificarse experimentalmente para validarla.
CONOCIMIENTO	Conocimiento Científico Empírico-Experimental	Conocimiento Científico Positivista.	Conocimiento Científico Empírico-racional

Fuente:Propia.

4.2 Definición de Evolución

En este punto revisamos los conceptos de evolución y evolucionar (diccionario de la Real academia española) para comprobar si la metodología LSS es una evolución de las anteriores metodologías:

Tabla 4.04: Definir “Evolución o Evolucionar”

Evolución	Desarrollo o transformación de las ideas o de las teorías. (Bio.) Proceso continuo de transformación de las especies a través de cambios producidos en sucesivas generaciones.
Evolucionar	Mudar de conducta, de propósito o de actitud. (Bio.)Dicho de un organismo o de otra cosa: Desenvolverse, desarrollarse, pasando de un estado a otro.

Fuente: Diccionario de la Real Academia Española (<http://buscon.rae.es/draeI/>)

4.3 Comparación entre las metodologías de calidad

La definición de ambas metodologías buscan la perfección, una elimina los desperdicios y la otra elimina la variabilidad (que incluye los desperdicios). Vista desde LSS, la definición es la heredada de Six Sigma, pero es más amplia -se ha desarrollado - ya que antes se decía que los problemas debían tener solución “desconocida”. La visión cambió: todo proyecto alineado al beneficio del negocio es viable (sólo la urgencia o prioridad definen el orden de los trabajos).

Conclusión: con LSS la DEFINICIÓN se amplió, se desarrolló, mudó de actitud, todo trabajo es factible.

Desde el punto de vista de los Negocios, LSS trae un nuevo concepto, VST-Value Stream transformation, que significa “Transformación de la cadena de valor”. Este concepto permite visualizar los cambios en el tiempo y plasmar etapas para conseguirlo, de tal manera que se puede escalar el cambio, facilitando el cambio tanto para las personas como para la madurez de los procesos. **Conclusión:** respecto a los NEGOCIOS, hay un cambio de actitud, facilita la transformación de procesos y mejora la gestión del cambio al hacerlo más lento y con objetivos más alcanzables en el corto plazo.

Respecto a la cultura empresarial, Toyota lleva medio siglo difundiendo su forma de hacer las cosas en su personal, Six Sigma y LSS , al estilo occidental, sólo maneja el cambio, es decir, de alguna manera evita el compromiso profundo entre la alta gerencia y el empleado común. Un cambio difícil. LSS finalmente es un invento occidental. **Conclusión:** El tema CULTURAL continúa igual, Lean Manufacturing (versión occidental de TPS) al igual que Six Sigma y finalmente [LSS] trabajan la gestión del cambio, aunque algunos investigadores están revisando el impacto de la cultura en los proyectos de mejora dependiendo de las distintas regiones (Europa del Norte, Asia Pacífico, EEUU, etc.) **(Bibliografía: [T05]: Klefsjö, Bergquist and Garvare ... argumentan que no es seguro que Six Sigma, con el fondo estadounidense, pueda adaptarse perfectamente a las**

organizaciones en otras partes del mundo, o incluso adaptarse a la cultura de una empresa vecina en ramas similares).

Revisando el tema del **METODO**, LSS tiene que definir primero qué tipo de desarrollo llevará a cabo; a diferencia de TPS y 6S (que sólo tenían una opción), LSS tiene tres opciones:

Tabla 4.05: Opciones de desarrollo para LSS.

LSS	DMAIC- Complejo	Utilizar el método muy cercano a Six Sigma tradicional
	DMAIC- Simple	Utilice Six sigma aprovechando las facilidades que el problema le ofrece para salvar las partes que no necesiten gran rigurosidad.
	KAIZEN	Método de TPS para encontrar soluciones en un horizonte de tiempo cercano (4 -8 semanas de trabajo previo, 5 días para hallar soluciones, 6-8 semanas para implementar)

Fuente: (Bibliografía [L07])

Respecto al método, las Etapas o hitos entre metodologías no coinciden, hay conflictos de forma más que de fondo. Aparece un cambio en las etapas: **Trabajo Previo** [Definir, Medir]: crea, limpia y/o depura los datos, además valida los problemas y busca datos para trazar una línea Base) define el valor, la cadena de valor y realiza mediciones.

Encontrar [Medir, Analizar]: Inmediatamente con los datos encontrados, realiza los análisis y confirma sus sospechas respecto al problema empleando nuevas mediciones (si es necesario). Las maneras de solucionar el problema llegan de inmediato: siempre fue así; era absurdo ir al Analysis Gate Review (Reunión de finalización de Analizar) y no plantear mejoras posibles. Lo ridículo era que todos concluían dando sus opiniones de cómo mejorar menos el Black Belt, que quedaba como una persona con pocas ideas (si el Black-Belt trabajaba mejoras, entonces los asistentes le señalaban que no estaba en agenda revisar ese tema).

Reparar [Mejorar]: reparar habla más de una acción que de una idea. La etapa de mejorar realmente es exploración: determinar posibilidades de mejora, y luego seleccionar la más firme para optimizar. Reparar significa que algo funciona mal y ahora se trata de hacer que funcione bien lo existente. Le quita innovación. Sólo cuando se trabaja KAIZEN esta etapa puede resultar muy corta, ya que el personal decide sobre un proceso conocido con la experiencia de todos y tienen un solo día para decidir (la mejora generalmente es de taller). Mi parecer es que esta etapa debería llamarse SOLUCIONAR, ya que ahora cualquiera de las opciones es factible.

Sostener [Controlar]: Al igual que en el caso anterior, la significación de las palabras es muy importante. SOSTENER implica un concepto de compromiso, ¿Quién sostiene?: “todos nosotros”; en cambio, ¿Quién controla?: el dueño del proceso, “el otro”; las personas tienden a desligarse del proyecto. Tenemos el caso absurdo en que el Blackbelt trata de solucionar un problema mientras el dueño del proceso desestima cualquier tipo de mejora porque no desea comprometerse.

He ahí también por qué la etapa de entrega es tan compleja en Six Sigma. En la cultura occidental el blackbelt desea entregar el proceso mientras que el Propietario no quiere recibir, porque le queda la duda si llegará a funcionar. El mayor problema de la mejora en occidente es el compromiso.

Tabla 4.06: Comparación: TPS, 6S, LSS

Items	TPS	Six Sigma	LSS
DEFINICIONES			
	<p>Hacer más con menos (menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzo humano, menos maquinaria, menos materiales) siempre y cuando se le dé al cliente lo que desea. Es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar los desperdicios dentro de los procesos de producción hasta llegar a la perfección.</p> <p>TPS Es una filosofía de producción que se centra en racionalización de las actividades de valor añadido y la eliminación de residuos en el proceso con el objetivo de satisfacer mejor la demanda del cliente. Constituye un sistema de producción que permite la mayor calidad a un costo mínimo y la reducción de los plazos de entrega. <i>_[christoph Bauch]</i></p>	<p>Seis Sigma es una metodología fundamentada en la calidad y la satisfacción al cliente que mejora procesos enfocándose en reducir o eliminar defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio hasta conseguir un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO).</p> <p>La técnica básica de six sigma consiste en eliminar la variabilidad de los procesos hasta llegar a la "perefeción".</p> <p><i>(Defecto: cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente).</i></p>	<p>Lean six Sigma es la unión de las herramientas Lean manufacturing y Six Sigma; ambas metodologías tienen como punto común la mejoría del Negocio a partir de el valor agregado y la cadena de valor.</p> <p>Existe bibliografía e investigaciones que resaltan la capacidad de usarlas en conjunto, pero no las presentan como una única metodología integrada.</p>

Fuente: Propia + (Bibliografía [L13,L05,L07,L09,T01,T05,T03,L08,L10,]).

Tabla 4.06: Comparación: TPS, 6S, LSS (Continuación...)

Items	TPS	Six Sigma	LSS
Negocios	Principio de reducción de costos: Ganacia = Precio - Costo (la variable de control del fabricante es el costo, el Precio lo pone el mercado).		
	Valor Agregado		
	Desperdicio: lo que no agrega valor al producto.	Eliminar el desperdicio está Implícito (no declarado)	
	Se define el mapa de la cadena de Valor (VSM) como herramienta indispensable.	No se especifica explícitamente.	Se define el Mapa de la cadena de Valor.
	La transformación del proceso no se caracteriza como VST (Value Stream Transformation).	La transformación se hace debido al sentido de urgencia (Plataforma en llamas), pero no se definen pasos.	Value stream Transformation (VST) transformación de la cadena de valor.
Cultura	Se requiere una forma de pensar o cultura		
Jerarquías	Una organización TPS tiene una estructura particular (Maestros). Crea una cultura empresarial para todos.	Una organización Six Sigma requiere una estructura particular (Sponsor, MBB, BB, GB, etc)	La organización LSS copia la estructura 6-S pero no hay una alineación clara con la jerarquía de Lean Manufacturing.
	El cambio de abajo hacia arriba.	trabaja la gestión del cambio	

Items	TPS	Six Sigma	LSS
Método	Definir el valor VSM- mapa de la cadena de valor Crear Flujo Continuo El cliente "JALA" la producción Buscar la perfección	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar	trabajo Previo Encontrar Arreglar Sostener
Escalamiento	Demanda - flujo continuo- Nivelación	Proyectos Multigeneracionales / Réplica de proyectos	Estandarizar- Fluir-Jalar- Producción Mix
Proyectos	Se trabajan todas las mejoras que propone el equipo de trabajo	Los proyectos son mejoras con <i>solución desconocida</i>	Se trabajan todos los proyectos significativos para el negocio

Tabla 4.06: Comparación: TPS, 6S, LSS (Continuación...)

Conclusión: respecto al MÉTODO las etapas son siempre distintas; el último cambio de nombres le permite mejorar la división del trabajo y las entregas (se re-agrupan), permite un avance más ‘natural’ del trabajo; si lo comparamos con DMAIC. Frente a LM la metodología LSS sigue siendo de “avance” mientras la primera permanece “escalando mejoras”. Resulta inútil tratar de igualar las metodologías en estas definiciones: es como tratar de encajar un cuadrado en un círculo . Más elegante resulta reconocer la diferencia y utilizarla cuando resulte conveniente según cada proyecto.

El escalamiento es la forma cómo cada metodología ha previsto realizar proyectos que por su complejidad o tamaño deben dividirse. En este caso TPS entrega su legado a LSS; el modelo de la “casa Toyota” se muestra en este aspecto. Estandarizar, Fluir, Jalar, Nivelar (Producción Mix) permite tener más claro hasta dónde llevar los avances en lo que se llamaba el proyecto multi-generacional (DMAIC), que anteriormente quedaba a criterio del Blackbelt o del MBB. **Conclusión:** ahora es más fácil identificar los proyectos multi-generacionales; además, cuando uno de estos avances no guarde relación con estas etiquetas (estandarizar,...) , sencillamente se habla de un proyecto multi-generacional . Aparece una transformación de ideas.

Revisando las metodologías como PROYECTOS, podemos decir que ha habido un salto importante en LSS aceptando todo tipo de mejora, ya que entiende que el negocio está vivo y por eso necesita cambiar, poco o mucho, no tiene importancia; necesita cambiar y es importante poder hacerlo de una manera ágil y controlada: el cambio por sí mismo no significa nada. El nuevo objetivo de LSS es más ambicioso pero la metodología es más modesta: VELOCIDAD y CALIDAD. La forma de conseguirlo es con mucho trabajo y con soluciones Simples, Medibles , Alcanzables, Relevantes y a Tiempo (SMART).

Los conceptos y herramientas de 6S y TPS son bastante distintos, tienen pocas en común, salvo en la parte de Negocios. LSS sin embargo hereda la totalidad de todo ello. LSS es una evolución de Six Sigma asimilando Lean Manufacturing y no al revés; en otras palabras, Six Sigma necesita ganar agilidad y necesita igualar los éxitos de Lean Manufacturing para sobrevivir y hacerse viable tanto en una empresa grande como pequeña. Lean manufacturing puede sobrevivir sin Six Sigma.

En la siguiente tabla presentamos las distintas herramientas de las tres metodologías, vemos que son muchas y que - como se ha advertido- son pocas las que tienen en común como TPS o 6S; en cambio como LSS podemos decir que

son todas, puesto que no están en contradicción. LSS se publicita también como una metodología “abierta” en el sentido que “no ha inventado nada nuevo, y aprovecha todo el conocimiento existente”.

La tabla anterior ha sido construida a partir de los diferentes conceptos y herramientas en las diversas bibliografías. Pueden faltar algunos conceptos pero no influye en lo que se desea mostrar: que las herramientas de LSS son la suma de ambas y algunas pocas propias (Spaghetti map, Segmentación de clientes).

Finalmente vamos a recurrir a Jack Welch, CEO de General Electric como apoyo a nuestros comentarios (Bibliografía [L016]):

(Informe Anual de GE, 1998): Hemos intentado usar toda nuestra energía y ciencia Six Sigma pasar conseguir “ la media” a fin de reducir el tiempo de entrega hasta 12 días ... el Problema es que “la media nunca pasa”, y el cliente sigue viendo variaciones en las entregas, un heroico tiempo de entrega en 4 días junto con una entrega retrasada en 20 horribles días sin consistencia alguna ... la variación es el demonio¹².

¹² *(GE Annual Report , 1998): We have tended to use all of our energy and Six Sigma science to “move the mean” to ... reduce order-to-delivery time to ...12 days ... the problema is, as has been said, ‘the mean never happens’, and the customer ... is still seeing variances in when the deliveries actually occur – a heroic 4 day delivery time on one order, with an awful 20 day delay on another, and no real consistency ... Variation is evil.*

(Informe Anual de GE, 2000): Hoy tenemos una empresa de cara al cliente haciendo todo lo posible para solucionar sus necesidades, basándonos en Six Sigma. La clave de este enfoque es un concepto llamado "span", que es una medida de confiabilidad operacional para satisfacer los pedidos del cliente. Es la ventana de oportunidad para cumplir con el plazo de entrega que el cliente espera¹³.

Lo que sucede es que el método Six Sigma empuja hacia la solución del problema de raíz, pero no hace hincapié en que la solución debe ser rápida y confiable para conseguir los objetivos del negocio. El concepto "span" mencionado por Welch hace referencia a herramientas tomadas de Lean Manufacturing que permiten la reducción de los tiempos de entrega en los proyectos así como la reducción de los costos generales.

4.4 Conclusión Final

La Conclusión final es que LSS presenta cambios, desarrollos, transformaciones dentro de la metodología Six Sigma que provienen de Lean Manufacturing, por

¹³ *(GE Annual Report, 2000): Today we have a Company doing its very best to fix its face on customers by focusing Six Sigma on their needs. Key to this focus is a concept call "span", wich is a measurement of operation reliability for meeting a customer request. It is the time window around the Customer requested Delivery Date in wich delivery will happen¹³*

ello decimos que ambas metodologías han producido una evolución bajo el nombre de *Lean Six Sigma* donde:

- ❖ Six sigma gana **VELOCIDAD Y AMPLITUD**.
- ❖ Lean Manufacturing gana **PROFUNDIDAD** y una mejor opción para conseguir **CALIDAD**.

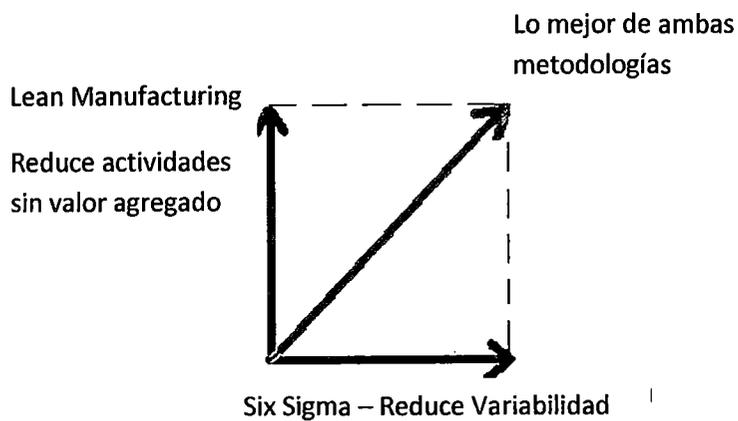


FIGURA 3.01: Suma Vectorial

(Bibliografía [T04])

CAPITULO V

MEJORA DE PRONOSTICOS USANDO LSS

5.0 INTODUCCIÓN

En el **CAPITULO IV** se ha investigado el método Lean Six Sigma (LSS) y se ha concluido que es una evolución de sus predecesoras LM y 6S; no las anula, sino que permite una mezcla de ambas que otorga mayor velocidad y profundidad a las soluciones. En este capítulo desarrollaremos el problema original: determinar si los pronósticos de la empresa son lo suficientemente precisos para la gestión de LA EMPRESA.

La importancia del Capítulo IV reside en que con LSS el objetivo principal es la solución (no perfecta) que permita la mejora de los procesos y la calidad; no se trata ya de buscar modelos estadísticos que describan y apunten a un proceso con alto nivel Sigma; sino a la búsqueda de Niveles Sigmas suficientes para la operación de la empresa, sin necesidad de demostrar lo que es evidente (permitiendo el aporte de experiencia del factor humano).

Iniciamos este nuevo capítulo explicando con mayor detalle a LA EMPRESA, el problema y la descripción de la solución que presenta LSS.

5.1 LA EMPRESA

LA EMPRESA que estudiaremos representa una de las 100 primeras empresas del Perú, su negocio es la comercialización de equipos de maquinaria pesada y cuenta con más de 20 años en el negocio.

LA EMPRESA representa una marca líder mundial que provee al mercado nacional maquinaria pesada, motores, repuestos y servicio técnico. La calidad de los productos ha sido comprobada por compañías nacionales de diversos sectores: minería, construcción, industria, telecomunicaciones, generación eléctrica, transporte, pesca, entre otros. La representación de una marca mundial obliga a entregar bienes y servicios con estándares internacionales tanto al usuario final (montajes, instalaciones, soporte, garantías, etc.) como a los representados (Control de ventas, Stocks mínimos, cumplimiento de cuotas, seguimiento de normas internacionales en seguridad, cuidado del medio ambiente, tiempos de entrega, calidad de reparaciones y otros).

LA EMPRESA estima que su compromiso con el cliente es brindarle la opción más confiable que inequívocamente creará valor para su

organización. Además, ofrecerá asesoría especializada y soportar sus operaciones para que sean cada día más rentables.

La Misión definida por LA EMPRESA es vender sus distintos equipos en el mercado nacional con seriedad y excelencia. Su **Visión del Futuro** para los próximos diez años es: ser la principal empresa en el rubro debido a la preferencia del público y a su excelencia en la gestión.

5.3 TAMAÑO DEL NEGOCIO

En el año 2010, las ventas netas de LA EMPRESA alcanzaron un importante hito. En soles, estas registraron un total de S/. 2,945.5 millones, lo que representa un crecimiento de 32.5% frente al año 2009, en el que se obtuvo S/. 2,223.1 millones.

LA EMPRESA distribuye sus negocios en tres grandes divisiones: las encargadas de la representación de Máquinas y Motores en el Perú (85%), las dedicadas a la comercialización en el extranjero (6%) y las que complementan la oferta de bienes y servicios del negocio (9%). En el gráfico siguiente se muestra la composición de la venta de la organización de acuerdo a dichas divisiones.

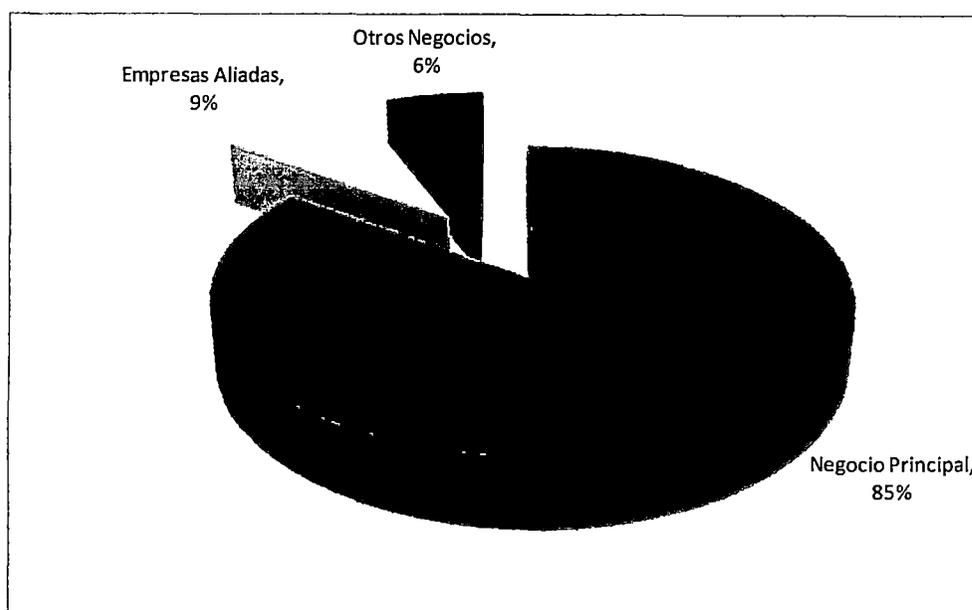


Gráfico 5.01: Distribución de ingresos de La EMPRESA

La utilidad bruta de LA EMPRESA y asociadas al 31-12-10 ascendió a S/. 612.2 millones, 30.9% mayor que los S/. 467.6 millones del año anterior.

5.4 PROBLEMA DEL NEGOCIO

Desde el 2004 LA EMPRESA desarrolla sus pronósticos de venta en base a una aplicación que llamaremos "Software-Pronosticador". De acuerdo a las descripciones de dicha aplicación, se trata de un método estadístico causal con alrededor de 4 variables, que dadas las actualizaciones de la data, permite proyectar el valor acumulado de ventas del último año¹⁴

¹⁴ Al acumulado anual suele llamársele "Year-Today" o "rolling 12 month to day".

Un análisis sencillo con la realidad muestra que las diferencias son exageradas: si consideramos que las Ventas Proyectadas y las Ventas Reales presentan la brecha de Ventas perdidas (siguiente ecuación):

$$\text{VentaPerdida} = \text{VentaProyectada} - \text{VentaReal} \quad \text{I.01}$$

La situación actual es que los valores obtenidos son excesivos comparados con la realidad y los usuarios a todo nivel están desconcertados: el desarrollo de este proceso debería permitir pronosticar, valorizar, analizar las ventas potenciales por empresa, región y a nivel nacional; además permitiría anticipar la reposición de equipos y controlar el parque de máquinas existente. Esta información permitiría emprender campañas hacia clientes-objetivo con “paquetes de ofertas” para los distintos mercados en los que se tiene presencia. Esto no sucede porque los resultados de la aplicación son excesivos (alrededor de diez veces respecto a la realidad), lo cual desalienta a los vendedores.

Las Gerencias guardan la calma y consideran que dichos valores sólo entregan una “tendencia” que, de alguna manera, mide la participación del mercado (“... un 36% es excelente para cualquier empresa...”). Pero están conscientes que no logran los objetivos del pronóstico (tener información para mejorar la participación de mercado, satisfacción del cliente, gestión de campañas, etc).

5.5 EL MÉTODO DE SOLUCIÓN: LSS

La metodología LSS tiene cuatro etapas bien definidas:

- I. -Trabajo Previo: se busca acumular la mayor cantidad de información para definir una línea base contra la cual se medirán las mejoras a realizar. Servirá también para detectar las fuentes de desperdicios y/o errores.
- II. -Encontrar: los datos levantados en el trabajo previo permitirán definir cuáles son los motivos por los que el proceso no satisface al usuario. Se debe emplear un método que permita discriminar las mejoras indispensables a llevar a cabo (generalmente no se pretende cambiar todo el proceso sino re-direccionarlo).
- III. Reparar: se trata de definir el plan para solucionar los defectos que impiden que el proceso no sea satisfactorio; normalmente se trata de implementar un piloto que muestre las bondades de la propuesta realizada. En caso de ser aprobado el proyecto deberá planificarse la implementación a nivel general.
- IV. Sostener: se trata de detectar los puntos críticos que impedirían un desarrollo normal de la propuesta; uno de los requisitos claves es haber involucrado a todo el personal en la solución del problema para que de esta manera todos se sientan comprometidos en conseguir la mejora final y sobre todo: que esta mejora permanezca en el tiempo.

El Capítulo V se desarrolla ligado a las Etapas de Lean Six Sigma: cada Etapa se inicia con una tarjeta de resumen de la etapa anterior (Avance y objetivos), esta documentación es lo que en el método suele llamarse el “Gate Review” o reunión de Cierre de Etapa.

5.1 Trabajo Previo

5.1.1.INTRODUCCIÓN TRABAJO PREVIO

ETAPA: TRABAJO PREVIO
Resumen etapa anterior
<p>Antes de iniciar este proyecto se reunieron el Patrocinador (Sponsor), Champion y el Master Blackbelt para determinar la importancia de ejecutar este trabajo. Se revisó la estrategia del negocio y la parte táctica. Se le asignó una prioridad. Luego, con la cartera de proyectos ordenada se decidió cuáles proyectos se ejecutarían. En este periodo el MBB deberá revisar si la información es suficiente o alcanzable para poder realizar la labor.</p> <p>La importancia de tener un perfil o ante-proyecto es múltiple, pero aquí sólo señalaremos que será importante para elegir al Blackbelt ya que permitirá estimar sus capacidades, conocimiento del tema, personalidad, liderazgo, etc.</p> <p>Con las autorizaciones de la Alta Gerencia correspondientes, el material recopilado y con la asesoría del MBB, el Blackbelt seleccionado tendrá como primera tarea validar toda la información que se le ha entregado. Decidirá el tipo de proyecto LSS que seguirá y seleccionará a su equipo. Finalmente realizará el lanzamiento del proyecto (invitará a todos los relacionados a una reunión donde se expondrá la oportunidad de mejora, los objetivos, alcances, limitaciones y presentará el calendario estimado para ejecutar el trabajo, a esta reunión se le llama "Kick Off" o patada inicial)</p>

Objetivo de la Etapa: Trabajo Previo

Esta etapa tiene por objetivo principal validar que toda la información del Perfil existe y es válida; revisar los problemas a trabajar, identificar si existen soluciones inmediatas (ganancias rápidas. Quick Wins), si se necesitan objetivos intermedios para conseguir la solución y seleccionar al personal que sea necesario para apoyar directamente en las labores diarias.

Una parte importante del proyecto es identificar a todas las partes involucradas y hacer un perfil de intereses, cómo los afecta: su compromiso con el proyecto además de los riesgos o beneficios que pueda acarrear este trabajo a fin de iniciar una administración del cambio.

La situación actual del proceso quedará definida al trazar la Línea Base del proyecto.

Se necesita determinar también si se cuenta con bases de datos históricas válidas disponibles

Entregables de Trabajo Previo

Existen muchos posibles entregables y en general no hay una estructura ortodoxa que nos obligue a entregar una u otra plantilla. Sin embargo, sí hay algunos tópicos que son de alguna manera obvios en esta sección:

1. Estatuto del proyecto
2. La voz del Cliente
3. Diagrama SIPOC
4. Mapa de la cadena de Valor (Value Stream map)

Estrategia de la Etapa

La estrategia del Blackbelt es un tema que nunca se toca. No está estipulado en ninguna parte, pero los más experimentados la tienen, por lo general tratan de ceñirse a ella para facilitarse el trabajo y evitar pérdida de tiempo: el tiempo es el enemigo. No hay nada peor que un proyecto dilatado.

Nosotros copiamos esta buena práctica para centrarnos en dos metas principales:

- a) Determinar de una manera fácil y contundente que la situación de

los pronósticos es válida o no.

- b) Contar con una base de datos “Limpia” y depurada con la suficiente cantidad de datos para soportar el objetivo anterior.

Tabla 5.1.01: Tarjeta01- Trabajo Previo/ Fuente:Propia.

5.1.2. ESTATUTO DEL PROYECTO (ENTREGABLE 1):

Caso de negocio:

La Empresa realiza la proyección de ventas de Repuestos y Servicios a través de un software desarrollado por FÁBRICA denominado Software-Pronosticador .El programa utiliza la Base de Datos de los Equipos Principales (Máquinas o motores) para evaluar el potencial de Ventas por empresa.

$$\text{Aceptación del Mercado} = \frac{\text{Ventas reales US\$ (últ.12 meses)}}{\text{Oportunidades de Negocio US\$ (últ.12 meses)}} \quad 5.01$$

El propósito de este proyecto consiste en validar si los resultados obtenidos por este software son suficientes para estimar las ventas reales de LA EMPRESA.

Para Marketing y Comercial esta información es estratégica para:

- Estimar reposición de productos
- Proyectar campañas
- Estimar utilidades anuales

Impacto del Pronóstico: detectar la respuesta económica del cliente sobre las actividades desarrolladas por La Empresa en su favor.

OPORTUNIDAD DE MEJORA

Cuando se inicia la evaluación del Software-Pronosticador, la data de La Empresa estaba desactualizada e incompleta, por ello, en un primer periodo se trabajó en conseguir que el parque de máquinas de cada cliente se ajuste a la realidad.

Actualmente la atención se enfoca en tener indicadores que permitan monitorear la participación en el mercado de manera confiable. Sin embargo, la sensación del área Comercial es que los resultados no reflejan la realidad del mercado. Por ello, determinar la Precisión de esta información permitirá planear, controlar y mejorar la estrategia de ventas para Clientes hasta un tercer nivel (Propietarios de equipos entre 4 y 20 Máquinas).

La Precisión de la Data en el Parque de Máquinas es de 90% (o más) y la precisión de las Horas de Uso es desconocida. La Oportunidad de venta total para Abril 2010 es de US\$ 42'465,883. La efectividad del Software Pronosticador de 44 %, siendo Construcción (US\$14 Millones) y Minería (US\$ 13.8 Millones) los mercados más importantes. La empresa tiene una preocupación importante ya que la ecuación:

$$\text{Oportunidad.Total} - \text{VentaReal} = \text{Oportunidad.Perdida}$$

Indicaría que hay una gran parte de negocio que se pierde por no tener presencia.

OBJETIVO PRINCIPAL

Y1: evaluar la precisión del Pronóstico de Ventas

Alcances (dentro del Proyecto):

Datos existentes en la base de datos de La Empresa.

Limitaciones (fuera del Proyecto):

Actualización de los datos.

EQUIPO 6-SIGMA

Sponsor : Hector Samura

Propietario : Pedro Fernández, Eduardo Chavarri.

BB : Iván Cerreño

Equipo : 2 colaboradores + 1 Greenbelt (Tiempo parcial)

CRONOGRAMA DEL PROYECTO:

+ Trabajo previo	:	08 Semanas	
+ Encontrar	:	04 Semanas	
+ Arreglar	:	04 semanas	
+ Sostener	:	06	Semanas

5.1.3.LA VOZ DEL CLIENTE (ENTREGABLE 2):

Persona/cargo	Detalle de su percepción
Gerente Control de Gestión	La última sesión en que se revisaron los pronósticos se creó una gran discusión en la que el área de ventas objetó TODA la evaluación de Marketing. A mí me gusta escuchar todos los argumentos y sí, es cierto: los pronósticos son aproximados... pero ¿cuánto? Al final <i>no sé si estamos perdiendo el tiempo</i> todos los meses. Por suerte también tocamos otros temas en esas reuniones.
Gerente de Ventas Construcción	<i>Lo necesitamos urgente. Hay que arreglarlo. Los valores no son ciertos</i> , habrá que buscar una fórmula, un ajuste, no lo sé...
Gerencia de Repuestos	Los valores que se presentan son demasiado elevados en general. En "cadenas de orugas" no tenemos competencia salvo algunos propietarios o revendedores pequeños que después de su primera importación se dan cuenta de que no pueden competir con nuestros precios. Fábrica nos asegura que <i>es imposible que alguien pueda competir con nosotros</i> . Sin embargo el pronosticador dice que existe 40% de mercado oculto y que no lo vemos. Reto a quien quiera que me muestre un solo caso que no sea como yo indico.
Gerencia de Reparaciones	Antes todo era más pequeño y sólo medíamos a nivel de Lima, así que proyectábamos todo lo que teníamos y el valor andaba en 13%, con el nuevo método se incrementó bastante, pero no llegó al doble. <i>Ahora los valores son desproporcionados</i> . No creo que en reparaciones estemos ni siquiera cerca del 50% del

	potencial de ventas. Me ponen en un compromiso tremendo felicitándome por algo así...
Jefatura Pronósticos	Los pronósticos no son exactos, tampoco puedo decirles dónde tienen que ir para vender: eso es su trabajo. <i>Lo único cierto es que la información que entregan los vendedores siempre es extemporánea, poca y nosotros tenemos que capturar dato por dato;</i> además los códigos muchas veces están mal y la data no sirve o hay que hacerle un seguimiento especial para recuperarla.
Jefe de Ventas Máquinas	<i>Los valores están descontrolados,</i> lo mismo ya pasó el año pasado, todas las máquinas “cumplen años” el primero de enero, entonces todos los factores cambian en ese mismo instante. Al menos ese problema debería haberse resuelto. Felizmente no me miden por esos valores.
Gerencia General de Marketing	Es un problema de la jefatura de repuestos que siempre cuestiona todo. No le vamos a ofrecer lo que no tenemos: <i>si tenemos 70% de aproximación debe conformarse; ellos mismos fallan en la entrega de datos.</i> Es hora de tener una evaluación y que salga lo que tiene que salir, después veremos lo que se deba hacer.
Gerencia gral Minería	“... si tenemos más del 40% del potencial de ventas como Valor de Venta Real, entonces estamos en una situación excelente; el objetivo en cualquier lugar del mundo debe estar en 36%...”
Vendedor01	La verdad es que <i>no entiendo esos datos, por más que vendamos nunca nos acercamos ni siquiera de lejos.</i> Nadie en ventas lo toma en cuenta.
Vendedor02	<i>Ojalá tuviéramos un verdadero valor para que nos ayude,</i> lo cierto es que como está no sirve para nada.

Tabla 5.1.02: Voz del cliente/ Fuente: Propia

5.1.4.SIPOC (ENTREGABLE 3):

Para identificar las actividades principales en una visión de alto nivel, revisando entradas y salidas (Proveedores y Clientes externos/internos); identifica subprocesos claves del negocio. (ver pag. 78).

5.1.5.ANALISIS FINANCIERO

En esta etapa aún no se han logrado los datos suficientes para evaluar. El proyecto nace como parte de una necesidad ESTRATEGICA, no busca ahorros sino crear alguna ventaja competitiva respecto a la manera de llegar al cliente. Sin embargo, es claro que al final del proyecto se desea tener valores claros para evaluar el proceso.

5.1.6 ANALISIS DE RIESGOS

El Patrocinador consideró que no se necesita un plan de riesgo a hasta el momento en que se trabajen mejoras ("*... el mayor riesgo es no hacer nada...*").

5.1.7.PERSONAS LIGADAS AL PROYECTO - (ENTREGABLE 4)

Persona	Relación
Gerente Control de Gestión	Controla las actividades de ventas. Relacionado pero no implicado.
Gerencia de Repuestos	Directamente implicado. No le gusta asumir el rol de crítico.
Gerencia de Reparaciones	Directamente implicado, no aceptó las felicitaciones y manifestó que había que revisar los valores porque su trabajo no se ha visto sustantivamente incrementado los últimos meses.
Jefatura de Pronósticos	Directamente implicada. No quiere el proyecto, pero es su oportunidad de recibir ayuda.
Jefe de Ventas Máquinas	No implicado, pero sí interesado.
Gerencia Gral de Marketing	Directamente implicado. Espera salir bien de esta evaluación.
Vendedores	Indirectamente implicados. Opinión variable. Esperan resultados que los ayuden a vender más sin mayor carga de trabajo .

Tabla 5.1.03: Stakeholders / personas involucradas en el proyecto. (Fuente: Propia)

5.1.8.PLAN DE COMUNICACIONES / REUNIONES (ENTREGABLE 5)

Persona	Urgencias (individual)	Normal (trabajo diario)	Normal (15 días)	Gate review (45 días)	eventual
Gerente Control de Gestión	x		x	x	x
Gerencia de Repuestos	x			x	
Gerencia de Reparaciones	x			x	
Jefatura Pronósticos	x		x	x	x
Gerencia de Ventas	x			x	
Gerencia general de Marketing	x		x	x	x
Vendedores	x				
Equipo /GreenBelts		x	x		

Tabla 5.1.04: Plan de Comunicaciones (Fuente: Propia)

5.1.9.BASES DE DATOS (ENTREGABLE 6)

Se tiene la data descargada de tres años anteriores, con lo cual puede procederse a evaluar los datos¹⁵ del proyecto:

- Empresas/Clientes
- Parque de máquinas por cliente
- Ventas mensuales en los últimos tres años
- Pronósticos de ventas de los últimos tres años.

(Las Bases de Datos mínimas se presentan en el disco adjunto)

¹⁵ La Base de Datos se entrega en el disco adjunto a la Tesis. Como se advirtió en el inicio la información numérica se puede realizar y controlar pero no es posible relacionar los datos con empresas reales. Se utilizan datos como "Empresa 01, Empresa 02,... Equipo Modelo01, Modelo 02...". En general los datos numéricos también están alterados, pero el análisis y solución general coinciden con la realidad.

5.1.10 El proceso real -descripción- (entregable 7)

A continuación describimos las actividades que se realizan para obtener el pronóstico de ventas "Como Está" (Gráfica 5.A3.2- VSM-As Is; pag.84). Esta es la mejor manera de entender lo que se hace para obtener el producto. Un Diagrama de procesos es tan detallado que no permite visualizar las pérdidas de valor en su real magnitud. El proceso actual tiene incompatibilidades que no es momento de hacerlas notar, así que para tener este acercamiento supondremos que el proceso funciona como se diseñó (incluso así aparecen las pérdidas).

1ro. La captura de data fresca se realiza a través de todo el mes desde cada una de las fuentes posibles. La información puede ser a) para a) control de HUA, b) Existencia (NroSerie,Modelo), c)Posesión (CodCliente)

Vendedores (maquinas, repuestos y de mostrador): al contacto con los equipos se realiza la lectura, datos en oficinas de los propietarios (si los registran), datos en el mostrador (cuando el comprador declara y/o lo puede identificar).

Logística: cuando se realiza una venta de equipo nuevo o usado se actualizan todas las variables (Existencia, posesión y control).

Talleres (Logística): Los datos de talleres son iguales que los logísticos cuando llegan por reparaciones; al depender de Logística se puede considerar como el mismo ingreso.

Oficina de Aceites: cuando se registra un análisis de aceite se declara el código del motor (se supone que el motor no ha cambiado de equipo).

Sistema satelital: el sistema satelital permite obtener estos datos diariamente (solo un grupo reducido de máquinas tiene esta posibilidad) .

Proyectos mineros: los proyectos mineros medianos vigilan esta variable para controlar los combustibles.

Comex: documento oficial público, solo entrega el dato de ingreso al país : existencia -NroSerie.

2do.Tres rutas básicas para ingresar a la Base de Datos:

Ruta 1: trabajo manual, esta ruta se inicia con el ingreso de los datos por el receptor a una hoja EXCEL-ENVIO que será transmitida vía correo electrónico al personal de Marketing-Pronósticos, en donde se validará (confirma que el Nroserie existe) y se digitará (ACTUALIZA) directamente en el sistema ERP de la empresa.

Ruta 2:Directo al ERP, el vendedor de repuestos tiene un campo dentro de los datos para la facturación en donde aparece el NroSerie del equipo que recibirá el repuesto. El dato de control queda inmediatamente ingresado al la Base de Datos. Desgraciadamente es muy raro poder asignar los repuestos a una sola máquina ya que los vendedores trabajan flotas de equipos (las compras se hacen para la flota y en casos especiales para reparaciones específicas). Por ello los vendedores de repuestos utilizan las Rutas 1 y 2.

Ruta 3: Trabajo Mixto, los vendedores de máquinas normalmente validan los datos de Existencia, Posesión y Control al vender una máquina nueva directamente al sistema. Cuando se trata de equipos alquilados, se envían datos de Posesión y control al sistema CRM (Customer Relationship Management). El CRM envía los datos automáticamente a la base de datos del ERP, esto se realiza en dos momentos; a la firma del contrato y al cierre del mismo.

Se obtienen dos reportes EXCEL; el primero consigna los datos de las ventas de equipo (Asignación de equipo al cliente); y el segundo, el reporte de Inicio/Cierre de contrato. El personal de Marketing-Pronósticos valida los números de series nuevos (los otros datos son parte del sistema ERP).

3ro.Lanzamiento del proceso Batch

Durante los tres primeros días laborables del mes se debe ejecutar el comando para que el sistema realice el proceso de los datos durante la noche y entregue al día siguiente los datos en un archivo *.TXT, que inmediatamente será ingresado a un archivo EXCEL para su trabajo en Marketing-Pronósticos.

4to.Generación de reportes los siguientes tres días se procederá a crear trece o más reportes en EXCEL específicos para diferentes gerencias a nivel nacional.

5.1.11.RESULTADOS DE LOS PRONÓSTICOS VS LA REALIDAD

El primer acercamiento a la verdadera situación es cuando determinemos el ajuste necesario de los valores del pronosticador con la realidad. Contamos con la información para ello y tenemos el programa Minitab que nos permitirá realizar las operaciones de una manera “limpia”. No nos detendremos a explicar la parte estadística, sí indicaremos algunos parámetros que nos permiten entender la validez de los datos cuando sea apropiado.

La primera aproximación es la referencia al diagrama de dispersión y el ajuste de la regresión lineal para la gráfica: Pronósticos vs Ventas Reales (Anualizadas). Como observamos, existe una fuerte diferencia para los valores relacionados. El valor de la correlación se puede considerar nula (4%). El valor de Pearson indica que la hipótesis nula debe ser descartada, por lo que se concluye: “No hay correlación entre los valores pronosticados y las ventas reales”.

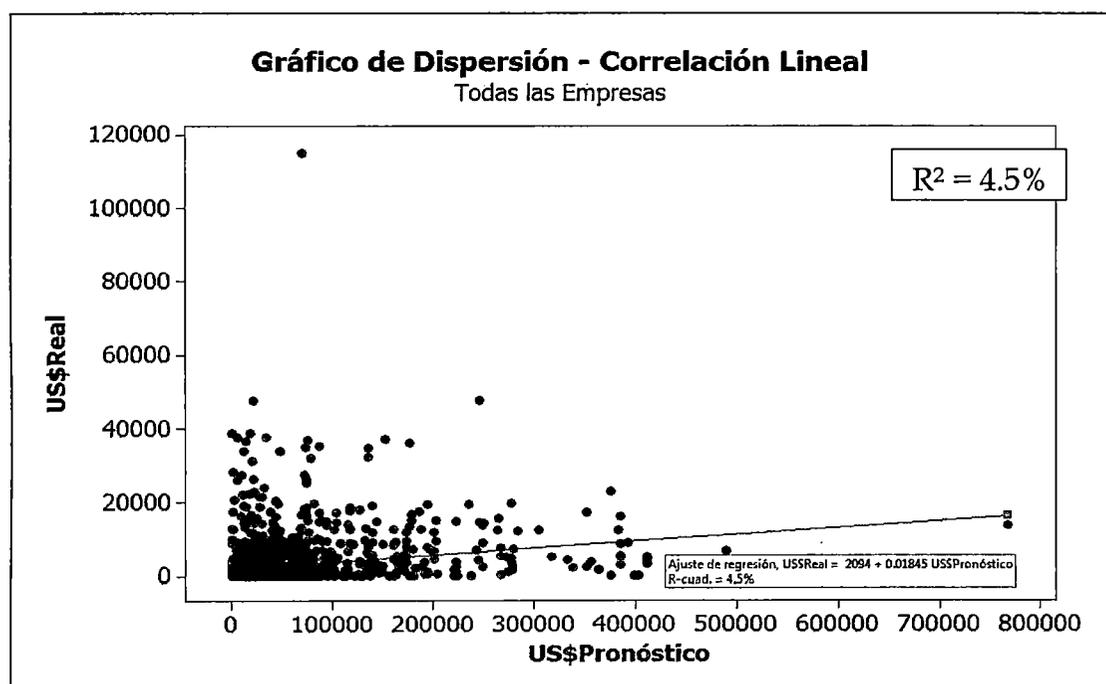


Gráfico 5.1.03.a: Dispersión-correlación (Todas las Empresas)

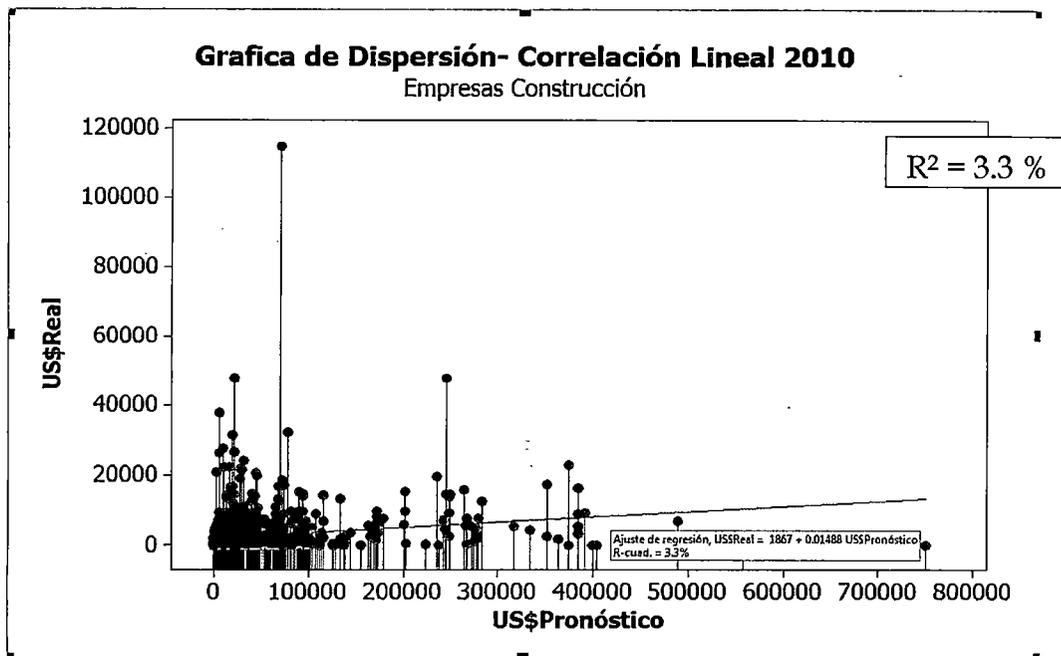


Gráfico 5.1.03.b: Dispersión-correlación (Construcción)

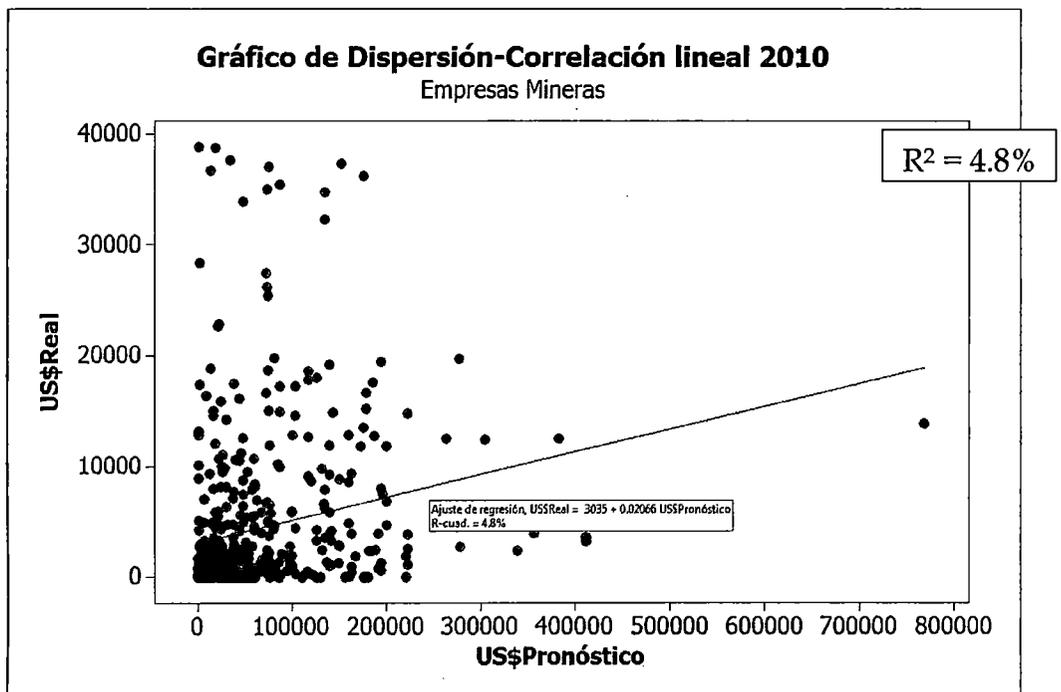


Gráfico 5.1.03.c: Dispersión-correlación (Mineras)

5.1.12.EL MÉTODO DEL SOFTWARE-PRONOSTICADOR

El Software-Pronosticador solicita los siguientes datos para cada equipo declarado en el sistema (la proyección se realizará para cada equipo, por lo que una proyección por empresa supone conocer la flota completa de la empresa).

Variable	Descripción	Característica
Modelo	Especifica el tipo de máquina.	Una sola vez.
Año de Fábrica	Lo indicado.	Una sola vez.
Nueva o usada	Si tiene horas previas en producción es usada, caso contrario se considera nueva	Una sola vez.
NroSerieMaquina	Número único de identificación de fábrica para el chasis.	Una sola vez.
NroserieMotor	Número único de identificación de fábrica para el motor	Una sola vez.
Propietario	Código del cliente y su nombre SUNAT asociado	Eventualmente.
SMU de equipo	Valor que marca la unidad de horas trabajadas de la máquina	Diario, semanal o mensual.
Fecha de SMU	Fecha en que se entregó el equipo al propietario.	Dato complementario de SMU de Equipo.
Aplicación-Severidad	Tipo de trabajo al que será destinado (liviano, normal, pesado)	Una sola vez.

Tabla 5.1.05: Características de las variables (Fuente: Propia)

Existen dos momentos principales donde se registran la mayor cantidad y los principales datos del equipo:

- a) Cuando La empresa adquiere el equipo (Modelo, año de fábrica, Nueva o Usada, NroserieMaquina, NroSerieMotor).
- b) Cuando se realiza la transacción comercial (Propietario, SMU-entrega, fecha de entrega, Tipo de Aplicación-severidad, ubicación)

- c) Eventualmente se capturan datos durante los mantenimientos de los equipos, visitas de vendedores, compra de repuestos o servicios (normalmente se actualiza la data de Fecha de SMU, Valor del SMU y; eventualmente Propietario, ubicación y aplicación-severidad)

FORMULACIÓN

Se ha deducido a partir del manual de uso de la aplicación que para realizar los cálculos se utiliza la siguiente fórmula (*f = Potencial de ventas*):

$$f = N K_{ms} K_a K_k H \quad 4.02$$

El resultado **f** es el valor en dólares del monto de Ventas que la empresa puede comercializar con este equipo.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Variable	Descripción
N	Número de máquinas que se evalúan (normalmente N=1)
K _M	Factor de modelo (para cada modelo de máquina existe un valor) Anexo-05
K _S	Factor de severidad (existen tres niveles Liviano, Normal, Pesado) Anexo-05
K _a	Factor de antigüedad (una tabla de valores variables, desde 1 año a 36 años) Anexo-05
K _k	Factor de castigo (valor que se asume para eliminar el impacto de las empresa que por algún motivo sus compras son muy cercanas a cero, en nuestro caso no lo utilizaremos, es decir: K _k =1)
H	Horas de uso anual

Tabla 5.1.06: Definición de variables/(Fuente: Propia)

HORAS DE USO ANUAL DEL EQUIPO (H o HUA)

La aplicación tiene como variable principal las horas de uso anual de un equipo; supone que la mayor o menor utilización del equipo está íntimamente ligado a las compras potenciales del propietario. Por lo tanto, los datos mínimos a tomar para hacer un seguimiento adecuado de los equipos son:

- NroSerieMaquina: para identificar inequívocamente el equipo.
- Horómetro: para calcular las horas de uso anual del equipo.
- Fecha del dato: para poder calcular el tiempo transcurrido.

Se necesitarán tomar al menos dos muestras para poder realizar el estimado anual; el cálculo es el siguiente

$$HUA = \frac{(SMU_1 - SMU_0) \times 365}{(Fch_1 - Fch_0)} \quad 4.03$$

Donde:

HUA: Horas de uso Anual (Horas)

SMUi: Valor del horómetro en la fecha i (horas)

Fecha i: Fecha calendario

Constante [365]: días por año

En la siguiente tabla se presentan valores reales de un mismo modelo de máquina, para una misma empresa (tomada de manera aleatoria); se observa que no tiene mayores datos de Horas de Uso anuales; los únicos dos datos reales tienen el mismo valor (no esperado). Esta situación nos alerta con respecto a los datos que se ingresan al sistema.

Código	Cliente	Segmento	Eqp Tipo E/M	Modelo	Nro de serie	Edad en años	Horas Uso Anual Cliente	Horas Uso Tabla Regional	PWC	App	Ución reportada	Total Repuestos US\$
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0AAX01042	3	0	1984	250	2	PIURA	9,436
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0AAX0104Q	3	0	1798	120	2	ADUANAS	8,553
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0AAX01044	3	0	1984	250	2	PIURA	9,436
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0ABX00289	4	0	1798	120	2	PIURA	14,255
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0ABX00290	4	2500	0	250	2	OT_PIURA	19,825
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0ABX00291	4	0	1798	120	2	PIURA	14,255
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0ABX00292	4	0	1984	250	2	PIURA	15,730
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0ABX0029Q	4	2500	0	250	2	PIURA	19,825
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0FNC00Q21	4	0	1984	250	2	PIURA	15,730
Q000949	Empresa 1	CONSTRUCCIÓN	M	D155ax	0FNT00228	4	0	1984	250	2	PIURA	15,730

Tabla 5.1.07: Software-Pronosticador- ejemplo:datos para calcular los pronósticos, se muestran datos de tractores de una empresa tomada al azar;

las horas de uso son el dato principal) Fuente: Bases de datos de La Empresa

5.1.13 CANTIDAD DE DATOS NECESARIOS

Tabla 5.1.08: Cantidad de datos para evaluar los pronósticos.

Total Datos del Proceso	Potencial	Validos	Inválidos
Modelo	21,310	21,010	
Edad	21,310	21,010	
Horas de Uso	21,310	18,53	19,223
Aplicación	21,310	21,010	
Total	85,240	65,783	19,223

Fuente: (Bases de datos de La Empresa)

Con estos datos podemos calcular el nivel sigma del proceso:

- a) Considerando la cantidad de datos totales, se tienen 85240 registros por llenar. Los datos válidos son de 65783. Una división simple nos permite ingresar a la tabla de Nivel Sigma (Ver Anexo 01) y obtener por interpolación sencilla :

$$\text{Nivel Sigma (proceso completo)} = 2.25$$

- b) Esto es correcto, pero los datos que se toman mes a mes sólo varían en las Horas de Uso Anual, los demás valores (para estimar las ventas) permanecen fijos. El verdadero proceso **solo** debe considerar los valores dinámicos; por ello: la cantidad de datos a determinar son 21310, mientras que la cantidad de valores capturados en promedio son 1853; entonces, de la tabla de Nivel Sigma (Ver Anexo 01):

$$\text{Nivel sigma (del proceso dinámico)} = 0.125$$

Aquí es donde vemos por qué los resultados no satisfacen a los involucrados.

5.1.14 CAPACIDAD DEL PROCESO

Un proceso es capaz de cumplir su cometido si sus valores permanentemente quedan incluidos en los límites deseados por el usuario; matemáticamente esto se formula de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{|LS - LI|}{6\sigma} \quad 4.04$$

C_p : capacidad del proceso

LS: límite superior de la especificación (Valor esperado)

LI: Límite inferior de la especificación (Valor esperado)

σ : rango máximo del proceso real

Los valores dependen de cada máquina, por ello hemos tomado una medida relativa del error (el error esperado por los usuarios variaba entre 20 a 35%):

$$\epsilon = \frac{(\text{Pronóstico} - VV)}{VV} \quad 4.05$$

Donde:

ϵ : error , el rango del error será: [0.65, 1.35] ó [65%, 135%]

Pronóstico: valor estimado por el *software Pronosticador*

VV: Valor venta real

Considerando una muestra de 200 datos para la evaluación del rango de errores, que graficamos a continuación, descubrimos que los valores posibles de error, oscilan entre [-50, +30].

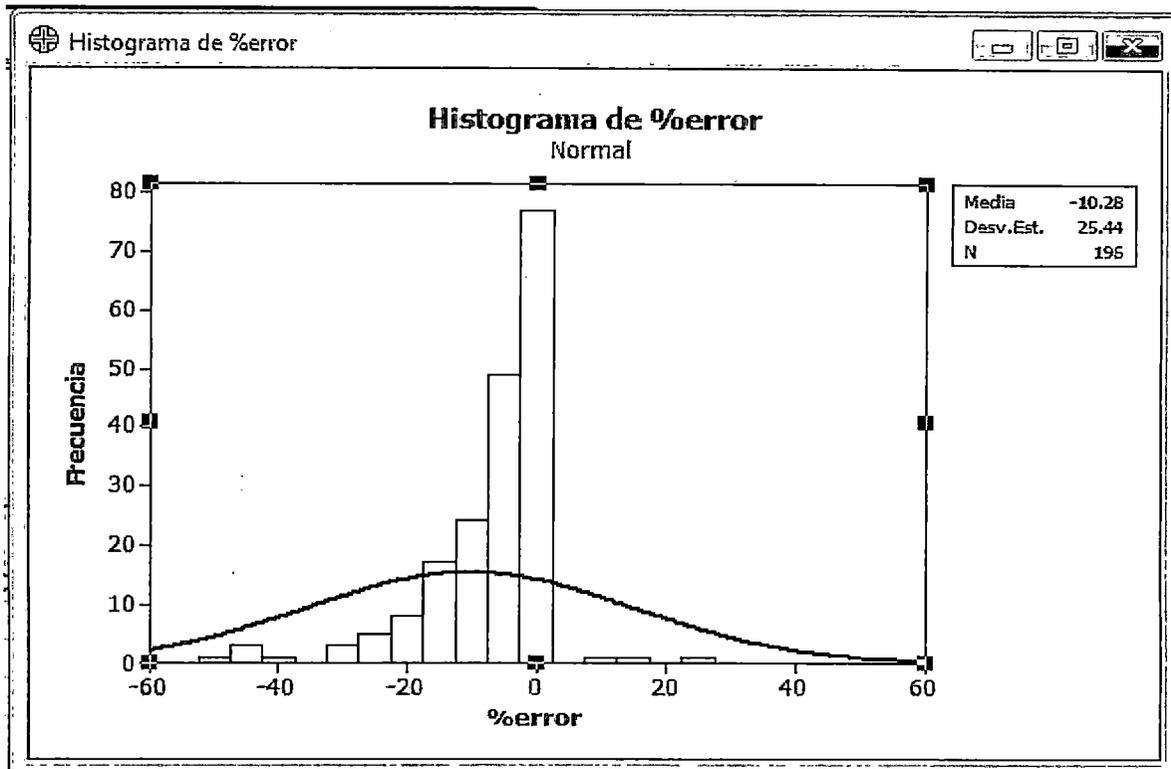


Gráfico 5.1.2 Histograma de erros em porcentagem

Es decir, la Capacidad del proceso es:

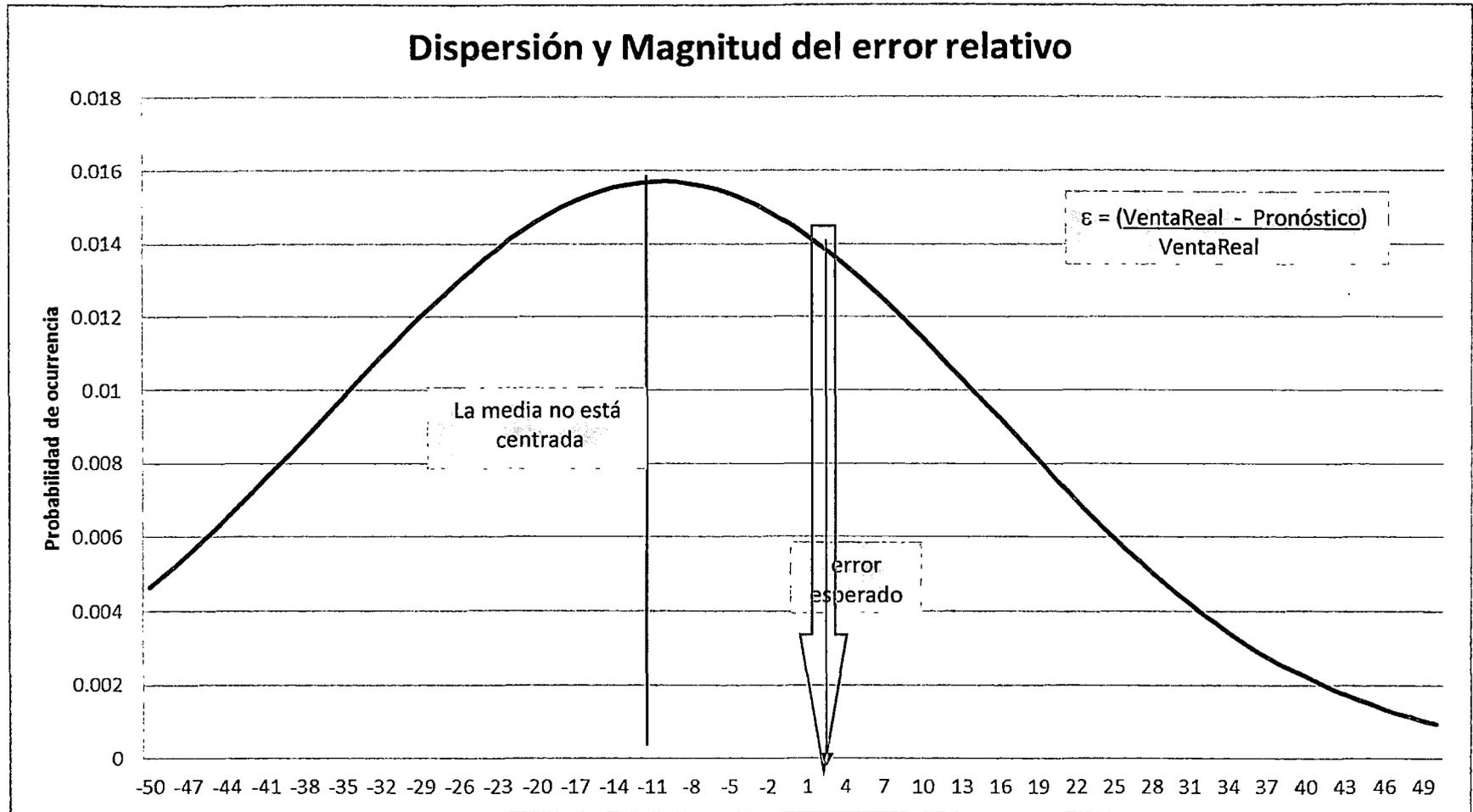
$$CP = (1.35 - 0.65) / [30 - (-50)]$$

$$Cp = 0.00875$$

$$Cp = 0.875\%$$

En el gráfico siguiente mostramos lo que significa este resultado: El proceso debería estar centrado alrededor de la flecha negra (Valor=0, es decir, el pronóstico es igual a la realidad); se puede esperar un error de +/- 35% en el pronóstico (ancho de la flecha roja).

Los errores mostrados en la muestra llegan a valores de 50 por la izquierda y 30 por la derecha (5000% a 3000%). Esto CONFIRMA lo que hasta el momento se había manifestado la fuerza de ventas: Los pronósticos son excesivamente equivocados.



Gráfica 5.1.03: Dispersión del error relativo

Un valor de Cp bueno tendría un valor entre [0.75,1].La conclusión es clara *el proceso no tiene la capacidad para estimar los valores de venta.*

5.1.15 LÍNEA BASE

Como línea base podemos considerar para iniciar el trabajo podemos considerar los siguientes valores.

Línea Base	Actual	aceptable	esperado
Nivel sigma de las actividades directas (dinámicas)	0.125	2	3
Capacidad del proceso	0.00875	0.65	0.7

Tabla 5.1.09: Línea Base

5.2 ENCONTRAR

5.2.1.INTRODUCCIÓN ENCONTRAR

ETAPA ENCONTRAR
Resumen etapa anterior
En el trabajo previo se ha comprobado que existe una fuerte diferencia entre los valores del pronóstico y los valores de venta real. Revisando los valores de la función de Pronóstico observamos que existe una falta de data orientada principalmente a las Horas de Uso Anual (Nivel Sigma: 0.125) y una capacidad de proceso de 125 veces respecto de los valores a medir. El proceso subyacente en el Software-Pronosticador tiene serios problemas ya que no cuenta con información suficiente ni una forma de autorregularse.
Objetivo Encontrar:
Esta etapa busca definir claramente el problema que se está produciendo y cuál es la causa principal. En nuestro caso, la variable HUA no está asegurada (muy poca data capturada), hay que identificar la problemática para orientar los recursos en salvarla.
Entregables:
Pareto // Espina de pescado // Identificar/validar causas principales
Estrategia:
Lo encontrado hasta este momento nos obliga a pensar que el proceso falla principalmente por la falta de data fresca en HUA o porque los factores de la formula no son adecuados, entonces hay dos pruebas importantes por realizar: a) Validar que la falla se produce a partir de HUA. b) Validar que la función identificada es efectivamente la correcta.

Tabla 5.2.01: Tarjeta02- Encontrar

5.2.2 IMPACTO DE LAS VARIABLES DE EVALUACIÓN

La aplicación estadística Crystalball nos permite realizar una ponderación del efecto de las variables en la evaluación del pronóstico, lo vemos en el siguiente gráfico

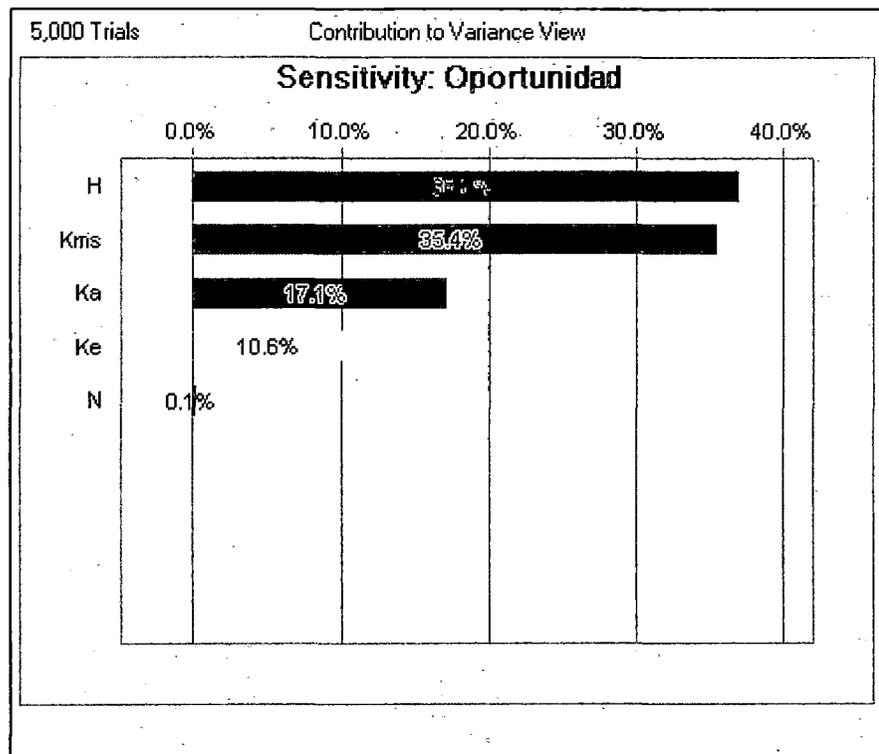


Gráfico 5.2.01: Impacto de las variables en el pronóstico (crystalball)

De acuerdo al gráfico 5.2.01 podemos hacer el siguiente análisis:

- N: representa la cantidad de máquinas para el sistema, pero la evaluación se trabaja una por una, en otras palabras, su valor siempre es la unidad (1).
- Ke: El valor del tipo de motor no afecta ya que menos del 1% tiene motor de otra marca.
- Ka: El efecto de la antigüedad tiene un impacto mediano, los datos sólo ingresan una vez al sistema.

- Kms: El factor de modelo-severidad se asignan en el momento de la venta. Pueden cambiar, pero es poco usual y en la práctica nunca se hizo un cambio de este tipo.
- H (HUA): Las Horas de uso anual son de mayor impacto y sí **cambian permanentemente**.

La conclusión que tenemos de este gráfico es que el único valor que tiene significancia en la evaluación son las H (Horas de uso anual), que justamente son las que menos confiabilidad tienen por la poca data que se recibe.

5.2.3 DATOS HUA QUE SE CAPTURAN MENSUALMENTE

Hasta ahora hemos considerado que la captura de las HUA es escasa. Esto lo hemos supuesto por lo que dicen los involucrados, por eso hemos rastreado los ingresos de datos (SMU) que se realizan para hacer las evaluaciones mensualmente. Tenemos los valores del Gráfico 11, en donde se han eliminado

- a) Los datos repetidos (datos que no ingresaron sino que se repiten mes tras mes).
- b) Los valores con cero o vacíos dentro de la tabla.
- c) Los valores menores a 400 horas (para que sea rentable un equipo debe trabajar más de 500 horas al año).

El siguiente Gráfico 5.2.02: Ingreso de datos HUA al sistema (mensual)

muestra los resultados de determinar los datos reales tomados mes a mes.

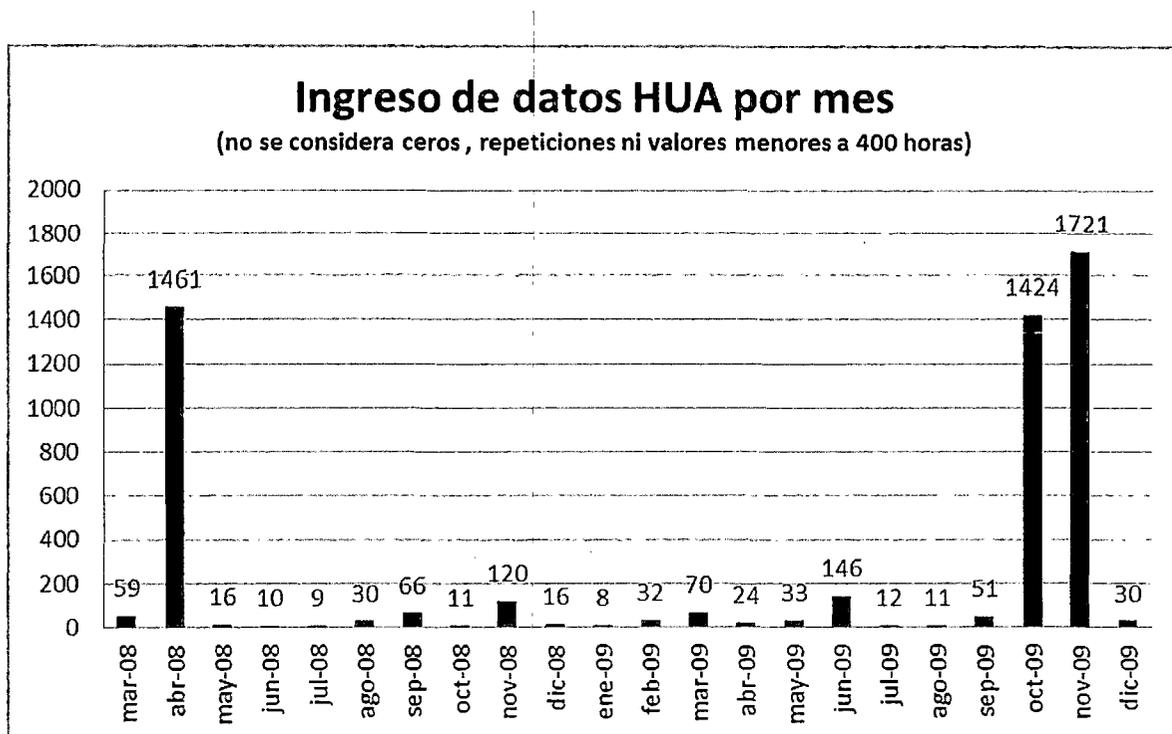


Gráfico 5.2.02: Ingreso de datos HUA al sistema (mensual)

Los datos corresponden a un parque de máquinas con 11,760 equipos. La máxima captura de datos se produce en Nov-2009, donde se registran 1,721, esto es 14.6% de la flota. Las únicas tres columnas que muestran una cantidad apreciable de datos, se lograron mediante bonificaciones especiales (que la empresa no desea continuar otorgando porque considera que es parte del trabajo de los representantes de ventas). Observemos que para Diciembre la captura de datos baja a sólo 30 registros nuevos

La realidad es que la cantidad promedio de datos frescos es menor a 100 unidades mensuales cuando no existe presión sobre los vendedores o no se les asigna bonificaciones.

En el ANEXO 08 se determina que la cantidad de datos mínimos de acuerdo a la cantidad de modelos en estudio es de 828 datos aleatorios (en realidad la información que tenemos no es aleatoria y es menor a 100). Por lo tanto, el Software-Pronosticador no tiene la cantidad de datos necesaria para realizar sus cálculos.

En la tabla siguiente observamos que los datos HUA-real casi permanecen vacíos y las HUA se repiten para los diferentes equipos de un mismo cliente, la conclusión es que los datos son estimados y luego repetidos. El proceso de depuración de data (Marketing-Pronósticos) no valida la información HUA.

Fecha	Cod	Segmento	TipoEqp	Modelo	Edad	HUA-	HUA-	PWC	App	Total
200806	0054148	INDUSTRIA	E	3412	2	0	2068	C76	F	1757
200806	0054148	INDUSTRIA	E	3412	24	0	1463	C76	E	4972
200806	0054148	INDUSTRIA	E	3512B	10	0	1794	C76	E	15192
200806	3000055	HID. Y	E	D349	34	13	0	C77	F	4
200806	3000055	HID. Y	E	3412	32	13	0	C77	F	17
200806	3000055	HID. Y	E	3412	32	13	0	C77	F	17
200806	3000055	HID. Y	E	3412C	6	13	0	C77	F	45
200806	3000055	HID. Y	E	3412C	5	13	0	C77	F	45
200806	0103244	MED.	E	C32	1	0	2480	C71	E	1793
200806	0103244	MED.	E	C32	1	0	2480	C81	E	1793
200806	0103244	MED.	E	C32	1	0	2480	C71	E	1793

Tabla 5.2.02: Datos mensuales de equipos para cálculo de Pronósticos (extracto)

En la breve muestra de la tabla podemos apreciar la diferencia excesiva entre la columna de HUA-Real y las HUA-Tabla(Regional). Los pronósticos de venta (Total US\$) también son excesivamente diferentes.

El gráfico 5.2.02: Ingreso de datos HUA al sistema (mensual), página 99, se construyó en base al histórico de datos HUA para el año 2010. Se han filtrado los valores menores a 400¹⁶ y aquellos valores que se repiten mes tras mes ya que significa que no hay datos frescos, sino la utilización permanente de la misma data.

5.2.4 COSTO DE CONSEGUIR LAS HUA

Es demasiado complejo hacer un estudio del costo exacto que demandaría capturar toda la data necesaria para utilizar el software-Pronosticador; entonces, para estimar el costo real vamos a hacerlo buscando una semejanza con el método más económico que existe en este momento: el método satelital (GPS).

El método satelital considera un dispositivo electrónico donde la computadora envía los datos de la máquina para ser transmitidos vía satélite hacia la empresa proveedora. En nuestro caso, la idea es reportar : fecha,

¹⁶ Un valor menor a 400 horas anuales significa que el equipo no produce utilidad por lo que debe haber ausencia de data, data errada o pronto se detendrá hasta que tenga un frente de trabajo adecuado

hora, ubicación geográfica y horómetro de la máquina. Salvo los datos del horómetro los valores indicados son propios del GPS; eso significa que existe un costo extra por instalar este sensor en el sistema GPS.

Item	cantidad	US\$	Total US\$	Tarifa plana US\$
Unidad GPS	1	548	1435	23.91
Instalación GPS	1	40		
Instalación Sensor	1	0		
Valor sensor	1	7		
Trans. Data mensual	60	14		

Tabla 5.2.03: Estimado del costo de capturar HUA mensual mediante GPS [tarifa plana 5 años].

Considerando que la flota esperada a monitorear es de 1406 equipos, tendremos un estimado de:

$$1406 \text{ (equipos)} \times 23.91 \text{ US\$ /mes-equipo} \times 12 \text{ meses/año} = \text{US\$ } 403,696 \text{ anual.}$$

El contrato para conseguir estos precios es de 5 años (US\$ 2 millones/5 años).

Inmediatamente que se hizo este cálculo, *La Empresa indicó que no estaba dispuesta a pagar una cantidad similar por un pronóstico de ventas.*

Suponiendo que sólo se pague la tarifa de transmisión mensual sería: US\$14 US\$/equipo-mes x 1406 equipos x 12 meses = 236,208 dólares anuales. Este valor propuesto recibió la misma respuesta.

La conclusión es sencilla, la captura de la data “NO ES GRATIS” por el contrario, se trata de una fuerte inversión que la empresa no está dispuesta a gastar en un pronóstico. La Empresa ha estado engañada al pensar que esto puede hacerse utilizando a la fuerza de ventas.

5.2.5 EVALUACIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS

Hasta ahora hemos supuesto que la evaluación es tal como lo señalamos en la Formula IV.1.2 ; en este acápite mostraremos que efectivamente los valores que obtenemos con un simulador desarrollado en EXCEL permiten replicar los valores del Software Pronosticador.

La siguiente tabla muestra parte de los resultados obtenidos (Mayor detalle se adjunta en los anexos). Explicación:

El SIMULADOR de EXCEL proyecta los valores de Venta Potenciales en base a diferentes factores (VERDE) :

$$K_a * K_{ms} * K_e * 1 * HUA \Rightarrow \text{Proyecc Venta potencial Simulada (US\$)}$$

Estos valores proyectados por el SIMULADOR se comparan con los calculados por el Software Pronosticador (AMARILLO)

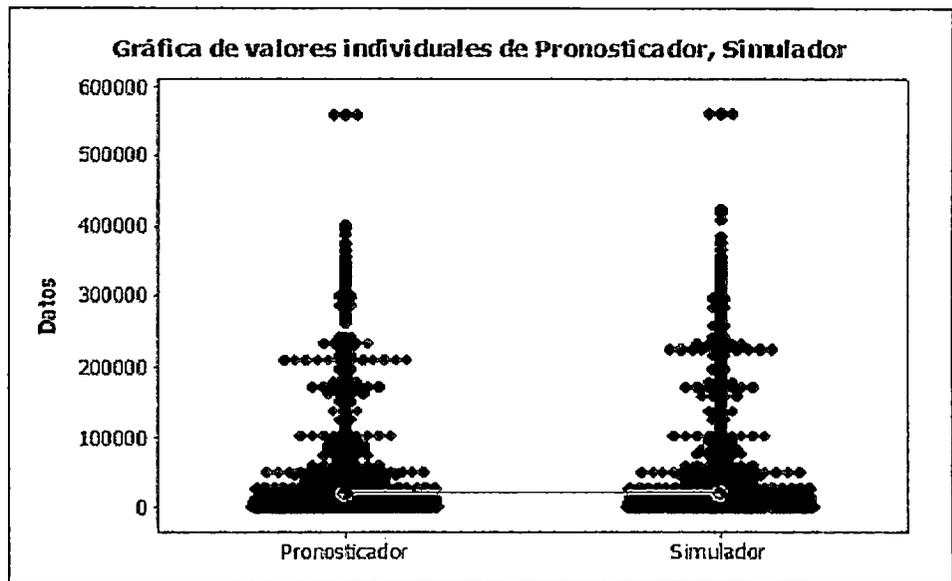
Ejemplos:	461 →	$0.30 * 5.27 * 0.47 * 1 * 662 =$	491.91 US\$
	1027 →	$0.30 * 7.50 * 0.69 * 1 * 662 =$	1027.75
US\$			
	2522 →	$0.3 * 12.50 * 0.53 * 1 * 1266 =$	2516.17 US\$

Valores del Software	Cálculo del simulador.						
	Total	Ka	Kms	Ke	Castigo	HUA	Simulador
461	0.3000	5.2700	0.4700	1	662	491.91	6.7%
461	0.3000	5.2700	0.4700	1	662	491.91	6.7%
1458	0.3000	10.1200	0.7300	1	662	1467.18	0.6%
973	0.3000	10.1200	0.4800	1	662	964.72	-0.9%
1458	0.3000	10.1200	0.7300	1	662	1467.18	0.6%
1027	0.3000	7.5000	0.6900	1	662	1027.76	0.1%
1458	0.3000	10.1200	0.7300	1	662	1467.18	0.6%
2015	0.3000	9.9900	0.5600	1	1266	2124.75	5.4%
2015	0.3000	9.9900	0.5300	1	1266	2010.93	-0.2%
2015	0.3000	9.9900	0.5600	1	1266	2124.75	5.4%
1344	0.3000	9.9900	0.3500	1	1266	1327.97	-1.2%
2522	0.3000	12.5000	0.5300	1	1266	2516.18	0.2%
1005	0.3000	7.4900	0.3500	1	1266	995.65	-0.9%
1744	0.3000	7.0500	0.5500	1	1567	1822.81	4.5%

Tabla 5.2.04: Resultados del Software-Pronosticador Vs Simulador

Observamos que Ka permanece casi constante para muchos valores de la tabla, Kms se captura de una tabla de modelo-severidad (ver ANEXO 05), Ke es un factor de ajuste que se obtuvo al ajustar los valores pronosticados de un mes cualquiera contra la variable Ke (es una constante para cada número de serie de cada máquina).

Aseguramos que ambas soluciones son estadísticamente iguales mediante una pruebas de igualdad de medias e igualdad de varianzas (VER ANEXO 05)



Gráfica 5.2.03: Valores individuales Pronosticador vs Simulador

La gráfica de valores individuales es muy parecida (punto por punto), los datos que arroja Minitab son:

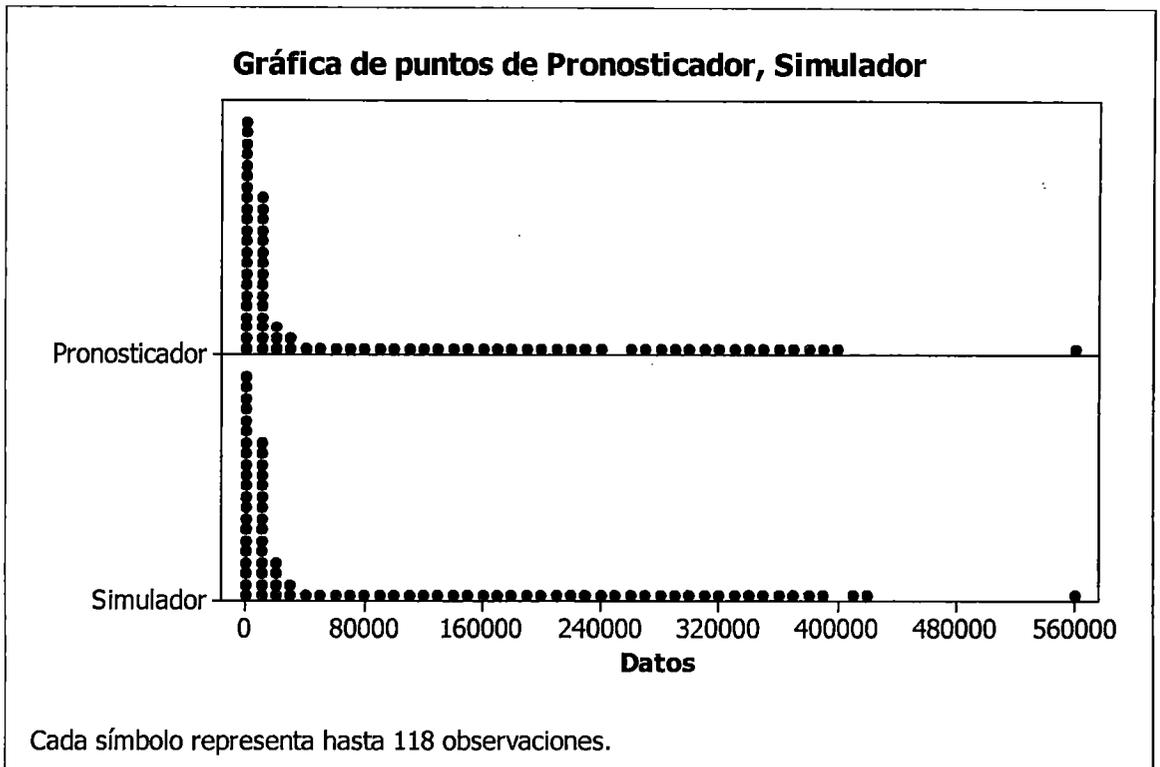
Diferencia = μ (Pronosticador) - μ (Simulador)

Estimado de la diferencia: -338

IC de 95% para la diferencia: (-2426, 1750)

Prueba T de diferencia = 0(vs. no =): Valor T = -0.32 Valor P = 0.751 GL = 10664

La conclusión se lee en $P_{\text{Pearson}} = 0.751 \gg 0.05$, lo cual significa que podemos considerar a las medias iguales.



Gráfica 5.2.04: Distribución de puntos del Pronosticador vs Simulador

De la misma manera presentamos los gráficos de puntos, donde vemos que el Simulador alcanza claramente un nivel de aproximación muy grande con los datos del Pronosticador.

La desviación estándar para 5534 juegos de datos es de 312.05, que en un rango de [0, 561742] es un valor despreciable. Según la prueba de varianzas iguales (Minitab):

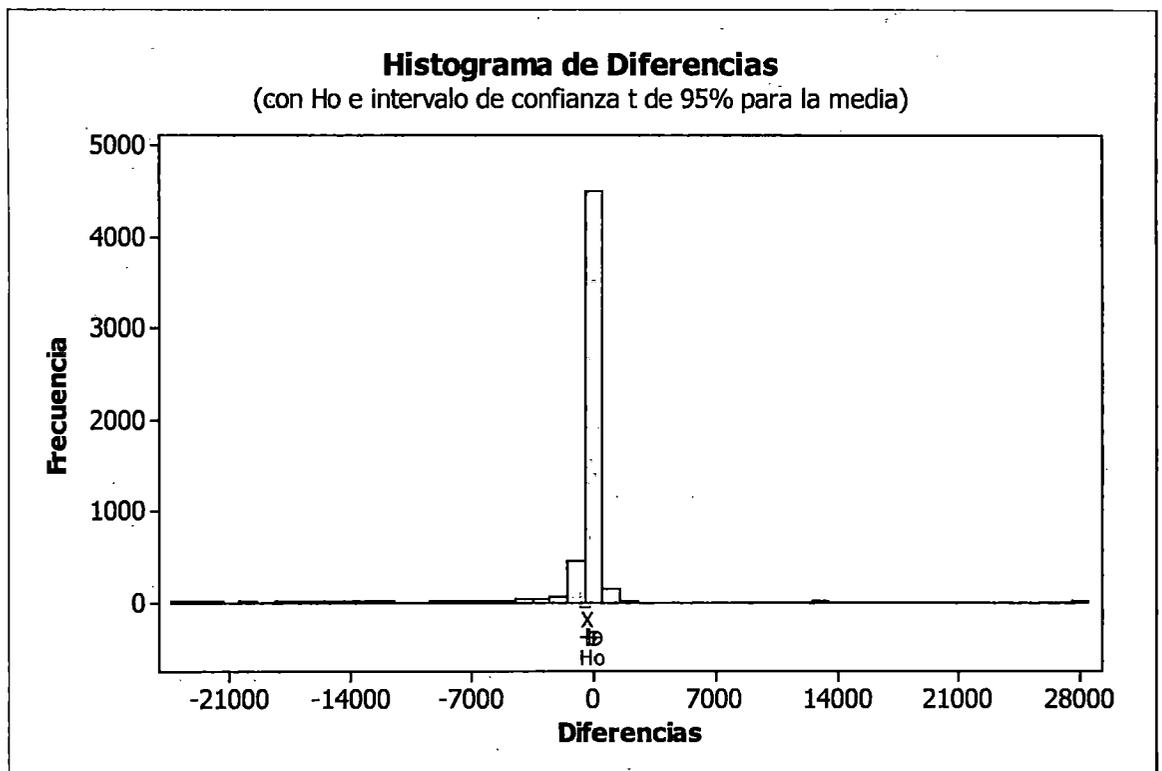
Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.85, valor $p = 0.997$

Nuevamente $P_{Pearson} = 0.997 \gg 0.05$ (se mantiene la hipótesis que las varianzas son iguales).

5.2.6 CONCLUSIONES DE ENCONTRAR

Si las medias y las varianzas son iguales, podemos decir que el Simulador efectivamente logra los mismos valores que el pronosticador; y que la metodología supuesta para el Software-Pronosticador arroja los mismos valores para un conjunto de más de 5000 datos: por tanto, el análisis realizado respecto a las HUA y sus conclusiones se validan.



Gráfica 5.2.05: Histograma de diferencias de errores

Finalmente la conclusión de ENCONTRAR se puede reducir a lo siguiente:

- a) La evaluación del Software Pronosticador no es estadística sino que evalúa equipo por equipo el potencial de ventas y luego la suma de cada valor se asigna a la empresa.

- b) No se tienen valores de HUA suficientes para realizar la evaluación requerida, por ello el sistema recurre a una tabla regional, pero los cálculos son notoriamente distintos con la realidad: el software-Pronosticador no logra su cometido.
- c) Levantar la data de HUA es **NO ES ECONÓMICAMENTE ACEPTABLE PARA LA EMPRESA.**
- d) **CONCLUSION:** el software pronosticador no es alimentado con su principal variable de cálculo (Horas de uso anual por equipo); además, LA EMPRESA considera muy elevados los costos para conseguir los datos faltantes; por lo tanto: la falla es **INSALVABLE**, el sistema de proyección de ventas actual se debe descartar.

En otras palabras, el problema se debe plantear ahora como sigue:

Debemos encontrar un método que nos permita realizar un pronóstico de Ventas sin contar con las HORAS DE USO ANUALES.

5.3 ARREGLAR (MEJORAR/ SOLUCIONAR)

5.3.1 INTRODUCCIÓN ARREGLAR

ETAPA ARREGLAR
Resumen Etapa Anterior
<p>La etapa Encontrar exploró los problemas en el proceso de estimar los pronósticos de ventas. Se comprobó que la evaluación del simulador era estadísticamente igual a del software-Pronosticador, lo cual nos permitió concluir que el problema son las HUA.</p> <p>La falta de datos HUA se hizo notoria y mediante la revisión del análisis beneficio/costo se hizo evidente que La Empresa no desea (y no puede) invertir más en este proceso.</p> <p>En conclusión: se debe buscar un nuevo método para calcular los pronósticos de venta.</p>
Objetivos Arreglar
<p>En este caso "Arreglar" se convierte en "solucionar", ya que debemos encontrar un nuevo método para realizar cálculos que permitan tomar las decisiones de negocio.</p> <p>Esta Etapa también nos permite dividir el trabajo en Proyectos Multi-generacionales; de tal manera que la solución integral pueda "escalarse" en el tiempo. Para tener un buen pronóstico se requiere tiempo y experiencia por ello debemos plantear una solución que permita mejorarse continuamente. En otras palabras, si tratamos de dar respuestas definitivas es probable que los resultados no se ajusten a la realidad: debemos de sembrar una solución que pueda ser mejorada.</p>

Entregables
Actualización de la voz del cliente conforme al avance del proyecto. Nuevos alcances del proyecto. Determinación de opciones y evaluación de las potenciales soluciones.
Estrategia
Existen varios tipos de pronósticos definidos que compararemos con los mismos datos y validaremos su comportamiento de acuerdo a un análisis de errores. Realizaremos una actualización de la voz del cliente para focalizar los parámetros de decisión para determinar la mejor opción para LA EMPRESA.

Tabla 5.3.01: Tarjeta-Encontrar

5.3.2 UNA ACLARACIÓN RESPECTO A LAS ETAPAS

La bibliografía que estamos utilizando de cerca es la de George Group porque desde hace años ellos están realizando estudios acerca de Six Sigma y, - actualmente - tratan el tema de LSS integrando Lean Manufacturing a su estudio original. Surgen sin embargo algunas inconsistencias al trabajar de esta manera sin mencionar claramente la metodología Lean manufacturing (o Toyota Production System).

Las metodologías (LM, 6S) no son perfectamente compatibles ya que tienen distintas trayectorias y experiencias. George Group en Six Sigma (DMAIC) a esta etapa la llama "Mejorar" y en LSS la renombra como "Arreglar".

Revisando Lean Manufacturing es importante resaltar que esta metodología no pretende "solucionar de una vez y para siempre" el defecto: ellos tienen hitos de mejora, "escalán" la mejora, se habla de cinco pasos: detectar el

valor agregado, crear el mapa de valor, fluir, jalar y perfeccionar. Los términos no son compatibles¹⁷.

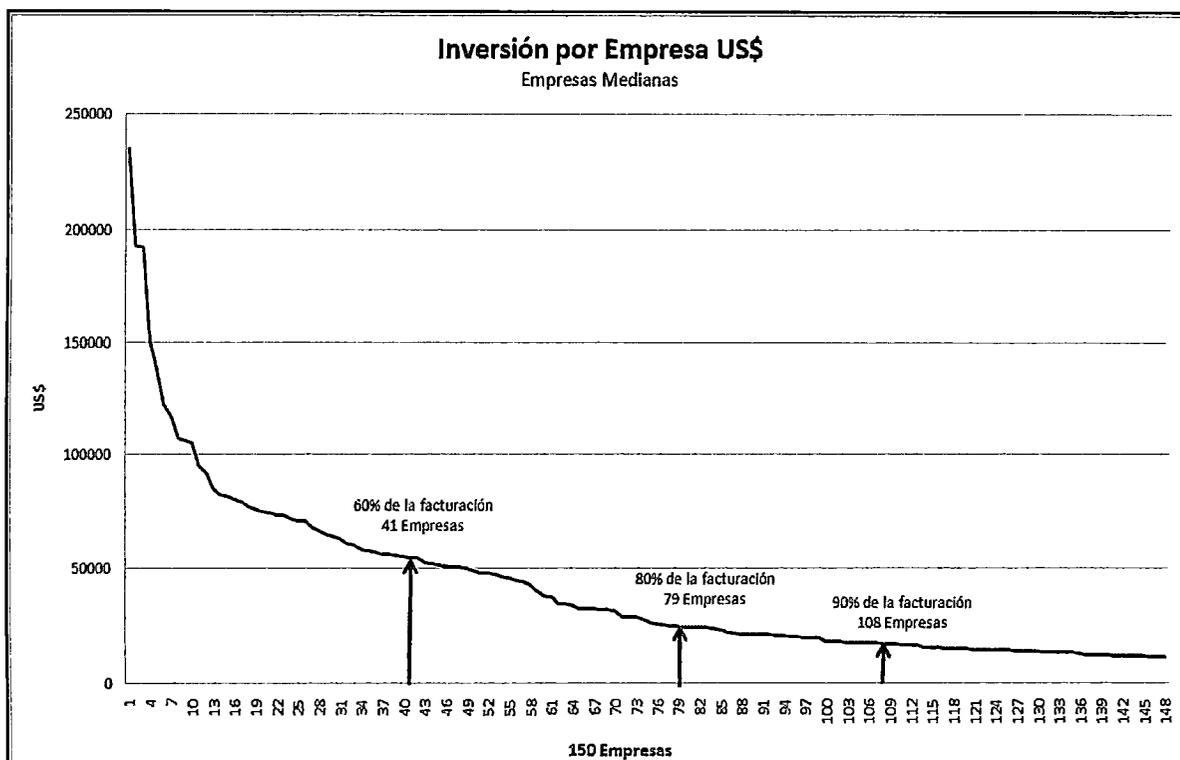
Para este caso específico la nomenclatura de Six Sigma es un poco más apropiada: "mejorar" permite pensar en cambiar la aplicación o el método de cálculo; en cambio, "reparar" implicaría componer el Software-Pronosticador. Dejemos este tema de sintaxis a los especialistas y pensemos que vamos a mejorar el proceso sin llegar a una solución perfecta sino a una solución de compromiso que deberá seguir trabajándose en el tiempo.

5.3.3 EL UNIVERSO DE LA MEJORA

En el momento de mejorar tenemos que estar claros con lo que buscamos para poder "ACOTAR" nuestro trabajo y estar alineados con lo que necesita la empresa y con el esfuerzo que se realizará.

El primer tema debemos referirlo al UNIVERSO de la solución: estamos estudiando un mercado secundario de La Empresa, clientes que no se conoce y que sin embargo se ha estimado que los próximos años serán los que más crecerán, por ello es importante crear una buena relación con ellos desde ahora.

¹⁷ George Group y el resto de agrupaciones Six Sigma tratan de asimilar Lean manufacturing (en el fondo TPS) como una parte de DMAIC, esto no es así: las metodologías son distintas, coinciden en muchas cosas, haber evolucionado les permite a ambas ganar territorios antes insospechados; pero Lean manufacturing (a pesar de tener menos alcance) no esta incluida en Six Sigma. Tratar de llevar ambas con una misma nomenclatura es errado, suponemos que el interés de quitarle importancia a TPS es un tema de intereses económicos (licencias). Obviamente este manejo sólo pretende crear confusión.



Grafica 5.3.01: Inversión anual por Empresa (Medianas)

Se revisó la historia de compra/venta dentro de este mercado y se determinó que unas 230 empresas caían dentro del rubro de “medianas”. La facturación actual muestra que con 41 empresas se registra el 60% de la facturación y con 79 de ellas, se alcanza el 80% de la facturación anual.

Bajo esta óptica podemos ir adelantando que no necesitamos trabajar con todas las empresas para lograr mejoras en ventas deseadas. Esto implica que el crecimiento puede ser paulatino conforme se va conociendo las características de un negocio de los clientes “medianos”.

En un primer momento podemos tener como objetivo lograr un acercamiento a las primeras 80 empresas, que supone asegurar el 80% de la facturación anual en este segmento.

5.3.4 INICIANDO LA ETAPA: SOLUCIONAR

Debemos pues tomar decisiones, ¿qué haremos? No nos sirve el método del software pronosticador; renunciar a él sólo nos deja la opción de utilizar otro método. En este punto es importante comunicarse con las distintas personas del equipo y los distintos involucrados.

En este documento no hemos señalado las oportunidades en que nos hemos reunimos con distintas personas, sea personalmente o en grupo. Luego de entender que es necesario cambiar el método para estimar las ventas de la empresa; la gerencia sugirió una Tormenta de ideas para iniciar la marcha hacia una nueva solución. Antes de convocar a esta reunión se les solicitó que definieran lo que ellos deseaban como solución de transición (La voz del Cliente).

5.3.5 TORMENTA DE IDEAS

Inicialmente la Gerencia planteó que deseaba tener un método que sin ser altamente preciso, mejorara sustantivamente los valores anteriormente obtenidos y de una manera rápida. Posteriormente se mejoraría la metodología (“ahora parece grosero haber aceptado valores tan desproporcionados... en general es preferible no hablar del tema”).

No vamos a discutir todas las opciones que puede haber, sino las opciones que medianamente podemos considerar para solucionar nuestro problema. Por otro lado, la variable principal a manejar sería las ventas reales por cliente ante la dificultad de conseguir datos desde el cliente

Disponibilidad	Opciones	Característica básicas
Proyecciones simples	-Media móvil -Alisado exponencial	Facilidad matemática, tenemos los valores de las ventas reales mensuales.
Regresión	-Lineal -No lineal	Necesita de una variable independiente (como las horas de Uso Anual), que están del lado del cliente y que son difíciles de obtener por el momento.
ARIMA	Métodos autorregresivos	No tenemos especialistas en el tema.
RNA	Redes Neuronales Artificiales.	No tenemos especialistas en el tema.
Método Causal	Similar al Software-Pronosticador	Cambiar la variable HUA por otro dato (las ventas reales, por ejemplo). Trabajo complejo y largo.

Tabla 5.3.02: Tormenta de Ideas - Opciones de pronósticos

La reunión terminó con la creación de la Tabla 5.3.02. A partir de ahí nuevamente el BB necesita reflexionar. Es útil y oportuno en este caso trazar una ruta hacia dónde vamos y lo que deseamos hacer: uno de los aportes

más importantes de TPS es que nos habla de hitos por cumplir, donde los dos primeros casi siempre vienen juntos (si es posible):

- **Estabilizar:** La estabilidad implica previsibilidad y disponibilidad constante en términos de mano de obra, maquinaria, materiales y métodos.
- **Fluir:** implica conectar procesos independientes, capaces y estables.

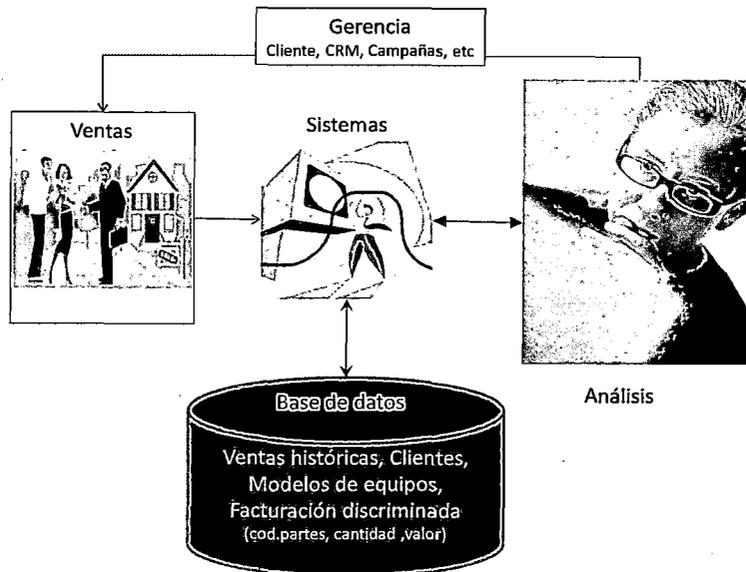
En nuestro caso, *estabilizar significará* tener valores a disposición, que permitan una aproximación que cumpla lo que indicaba el gerente de Marketing: “para nuestro caso un 70% de aproximación es bastante razonable, después veremos...”

Fluir significará utilizar la menor cantidad de mano de obra, data validada, rápida de calcular y con la mayor cantidad de respuestas posibles o potencialmente posibles (que se pueda mejorar en el tiempo conforme vamos aprendiendo).

5.3.6 MAPA DE ESTADO FUTURO:

- Que el proceso camine sin costo de M/O
- Que las personas analicen
- Que se controle la capacidad del proceso.

Figura 5.3.04: Mapa de estado futuro - Como será (esquema)



1. Las ventas se registran en la base de datos (Cliente, facturación: total y discriminada).
2. Repuestos y Modelos (códigos de ambos y valor venta).
3. Los sistemas deben evaluar las ventas en base a la historia:
4. Que puedan pronosticar por cada cliente en base a su historia (u otro).
5. Que permita relacionar distintos clientes (en base a su flota, inversión, modelos, etc)
6. Que permita relacionar clientes por ubicación geográfica .
7. Los reportes serán definidos por el sistema para diferentes usuarios o para análisis individual.

5.3.7 MATRIZ DE DECISIÓN PONDERADA

Para determinar qué herramientas debemos usar, veremos las características que nos puedan interesar en este momento:

Opciones	Puntaje											Ponderado									TOTAL		
	Características -->											10	10	10	8	8	8	5	5	5		5	3
	Que se pueda realizar con la data que se tiene	Que se pueda auto-ajustar en el tiempo.	Que permita automatizarse	Que permita estandarizar otros segmentos de mercado o grupos de empresas	Aproximación mayor a 70%	Que la información pueda fluir fácilmente	Control de Campañas por empresa.	Campañas por segmentos de mercado o grupos de empresas.	Campañas por modelos de equipos.	Método sencillo de evaluación	Que se pueda realizar con la data que se tiene	Que se pueda auto-ajustar en el tiempo.	Que permita automatizarse	Que permita estandarizar otros segmentos de mercado o grupos de empresas	Aproximación mayor a 70%	Que la información pueda fluir fácilmente	Control de Campañas por empresa.	Campañas por segmentos de mercado o grupos de empresas.	Campañas por modelos de equipos.	Método sencillo de evaluación			
Media Móvil	4	4	5	3		5	4	3	2	5	40	40	50	24	0	40	20	15	10	15	239		
Alisado	4	4	5	3		5	4	3	2	5	40	40	50	24	0	40	20	15	10	15	239		
Método Causal	2	2	3	2		3	4	4	4	4	20	20	30	16	0	24	20	20	20	12	170		
Regresión	4	4	4	3		4	4	3	3	4	40	40	40	24	0	32	20	15	15	12	226		
ARIMA	2	4	1	2		3	4	4	4	3	20	40	10	16	0	24	20	20	20	9	170		
RNA	3	3	4	2		3	4	5	5	2	30	30	40	16	0	24	20	25	25	6	210		

Tabla 5.3.03: Matriz de decisión Ponderada

Colocando los valores ponderados en una tabla ordenada decrecientemente en porcentaje, tenemos:

Opción	Puntaje	orden
Media Móvil	100.0%	1
Alisado	100.0%	1
Regresión	94.6%	3
RNA	87.9%	4
ARIMA	71.1%	5
Método Causal	71.1%	6

Tabla 5.3.04: puntaje de opciones de pronóstico

Vale hacer la aclaración que las personas que se reunieron habían tenido acceso a algunos resultados de pruebas que definitivamente influyeron por las soluciones menos complicadas. A pesar de no ser conocidas las RNA despertaron mucha expectativa. Los demás métodos fueron vistos con recelo por su cercanía a la estadística.

El tema de tener que superar el 70% en la evaluación no se conocía por lo tanto dependería de la prueba, así que el acuerdo consistió en evaluar los métodos más sencillos; si ellos aseguraban más del mínimo esperado, entonces se procedería a evaluar con la que mejor se ajustara.

Si los métodos diferían mucho, entonces se debería continuar con RNA u otra opción estadística que permitiera conseguir al menos el mínimo esperado.

5.3.8 MÉTODO DE TRABAJO

Las actividades a realizar están resumidas según lo siguiente

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Data válida | Definir la variable
Segmentar
Correlación de factores
Depurar |
| 2. Métodos de Pronóstico | MM-S
MM-C
RL
RC
RMixta
ARIMA |
| 3. Resultados | Comparación de errores
Conclusiones |

5.3.8.1 DATA VÁLIDA

Definir variable

Se tiene datos de los últimos tres años disponibles electrónicamente en LA EMPRESA. La variable a utilizar es el acumulado mensual de los últimos doce años (Roll-12/ Rolling Year to Day), esta manera de evaluar resultados permite evitar valores en cero, que en el momento de las operaciones genera resultados indeterminados (divisiones por cero).

SEGMENTACIÓN

Se determina que en la historia de ventas de repuestos de La EMPRESA existen más de 15,000 empresas registradas, de las cuales sólo 1,054 poseen

más de cuatro equipos. De acuerdo al orden de importancia de ellas podemos definir tres grandes grupos:

Tabla 5.3.05: Segmentación por tamaño de empresa

Importancia	Cantidad	NroEquipos	Eqps/Empresa	US\$/Eqp
Empresas grandes	120	3873	32.3	53,164
Empresas	250	1583	6.3	7,193
Empresas	684	2841	4.2	740

Las empresas grandes tienen las diferentes flotas trabajando permanentemente (24 horas al día) y el tiempo de parada de máquina es perjudicial para sus intereses, además, les interesa tener la máquina en el mejor estado posible tanto para la labor como para obtener un precio de reventa alto en caso de requerir un cambio de unidad. En el caso de Empresas Grandes, el pronóstico no tiene mayor impacto puesto que su inversión en repuestos se acuerdan mutuamente a principio de año y se mantiene casi constante.

El interés de este trabajo está centrado en el segundo grupo, Empresas Medianas, que son desconocidas para La Empresa; donde sus equipos trabajan en uno o dos turnos y no siempre tienen una carga laboral constante. Existe también la idea que los repuestos alternativos rinden lo mismo que un original, por lo que existe una oportunidad de ampliar la relación comercial. Se considera que en este grupo las empresas tienen de 4 a 20 equipos.

El tercer grupo de Empresas Pequeñas aún no se tiene planificado estudiar, muchos son nuevos en el negocio, varios sub-arriendan sus máquinas a las Empresas Medianas o aprovechan una oportunidad de negocio, finalmente sólo unos cuantos crecerán y muchos de ellos venderán sus máquinas cuando el negocio termine. Son pocos los que gestionan sus equipos .

SEGMENTACIÓN POR LA CALIDAD DE LOS DATOS

De las 250 empresas segmentadas por tamaño, se determinó que para desarrollar una evaluación mínimamente aceptable, debían de cumplirse algunos requisitos de la data:

C.1) La data del valor de Ventas es evaluada en roll de 12 meses (acumulados de los últimos doce meses para cada mes. Por ejemplo;

Enero 2000 = suma (Enero1999,...,Diciembre1999);

Febrero 2000= suma (Febrero 1999,...,Enero2000)...

C.2) No deberían tener más de 4 valores de venta con cero en su historia del último año.

C.3) De acuerdo a esta última consideración, se trabajó con 185 Empresas, lo cual representa un negocio de aproximadamente US\$ 11 millones en ventas de repuestos para este sector.

C.4) Los datos de estas 185 empresas se encuentran en el disco adjunto.

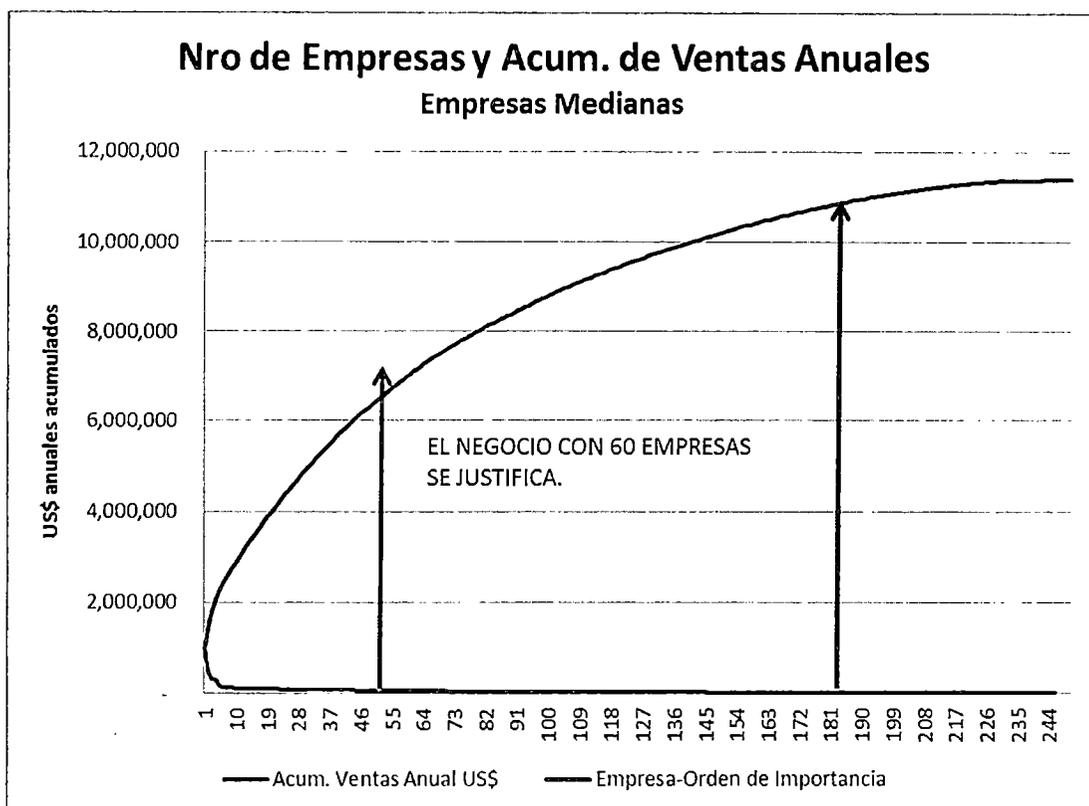


Gráfico 5.3.05: Número de empresas vs Acumulado de ventas anuales

CORRELACIÓN DE FACTORES

Antes de iniciar la evaluación de pronósticos realizamos un análisis gráfico de correlación entre las variables que podemos controlar; las relaciones que aparecen son las obvias y que no aportan material que nos pueda hacer pensar que podemos utilizar un pronóstico causal.

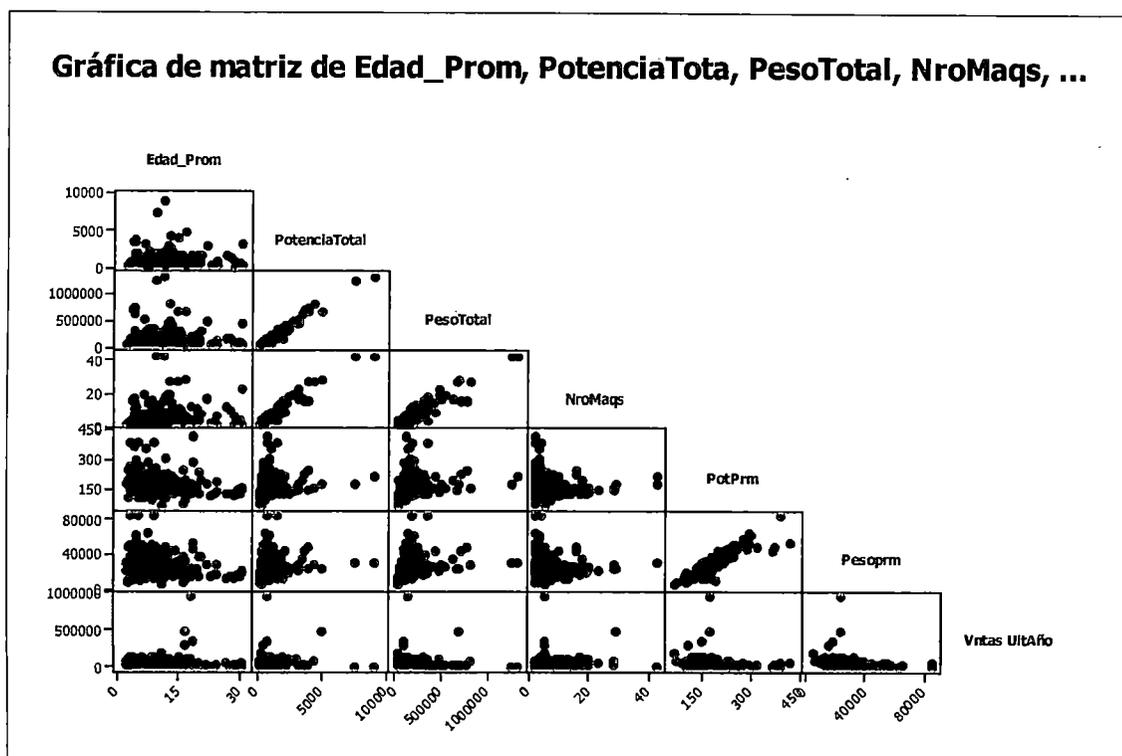


Gráfico 5.3.06: Correlación de factores (Edad, Potencia, Peso, cantidad,...)

Las relaciones que aparecen con alguna correlación son: Potencia-Total vs Peso-total, Potencia -Total vs Nro. Máquinas, Peso-Total vs Nro. Máquinas, Potencia-Promedio vs Peso-Promedio.

El gráfico de correlación confirma que la búsqueda de una proyección debe ser univariante, luego, la metodología de Series Temporales es el mejor camino por el momento.

Data Depurada

Se desestimaron las empresas que presentaban más de cuatro meses con “vacíos” o sin compras durante el último año. Compañías nuevas (menos de un año) o consorcios que están en etapa de cierre y sus compras son muy pequeñas con respecto a su promedio mensual histórico.

5.3.8.2 METODOS DE PRONÓSTICOS

Una breve descripción de cada método y sus características de evaluación es la siguiente:

La **Media Móvil Simple (MM-S)** se trabajó sólo con los tres últimos datos para generar la proyección.

La **Media Móvil Compleja (MM-C)** : se involucró una regresión lineal (12 meses) para “ajustar” los datos (máximo tres) que generaban demasiada variabilidad ($r < 0.7$). Los valores ajustados se emplean en el pronóstico siempre y cuando esta variabilidad se produzca en alguno de los tres valores de proyección.

La Regresión Lineal : se tomaron los últimos doce meses, y también se ajustaron como máximo tres valores si generaban demasiada variabilidad ($r < 0.7$). Esto permitió tener un valor de $r > 0.7$ en la mayoría de los casos.

La regresión lineal cuadrática se tomó de acuerdo a sus parámetros normales, se calculó de acuerdo a los métodos tradicionales.

La Proyección Mixta, se evalúa como el promedio de la regresión Lineal y la regresión Cuadrática.

ARIMA es un método complejo, se presentan los datos de una sola empresa dado que la metodología de cálculo es compleja y actualmente no se puede automatizar en LA EMPRESA; la importancia de esta evaluación reside en “visualizar” su complejidad y determinar si vale la pena hacer el esfuerzo

CÁLCULO DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS (extracto/Ver Disco)

Tabla 5.3.06: Clientes segmentados

Segmentar01	octubre-2010	noviembre-2010	diciembre-2010	enero-2011	febrero-2011	marzo-2011	abril-2011	mayo-2011	junio-2011	julio-2011	agosto-2011	septiembre-2011	octubre-2011	noviembre-2011	diciembre-2011
0006412	18515.11	225	14680.19	7958.02	5408.25	13004.9	17829.23	6756.48	765.38	2586.79	16800.7	5232.75	13435.78	4054.88	6822.94
0011865	591.6	1555.49	111	252.95	1409.02	761.08	4304.32	111	111	111	111	16022.11	933.99	111	111
0016611	12646.35	2285.56	597.91	10164.46	1054.96	187	4014.61	1611.36	439.64	690.59	341.17	192.03	187	505.66	187
0040644	2139.63	861.01	718.22	5206.73	4469.69	2048.16	187.8	5801.19	3162.1	4586.49	5091.56	3226.66	4644.02	740.52	825.72
0042989	968.56	3915.26	3473.5	637.44	651.93	1638.11	411.63	597	206.88	1246.86	2893.19	4325.02	436.73	5947.67	219.29
0043561	5609.8	18959.82	8313.6	12583.94	7746.89	8928.98	9487.74	9387.67	9917.03	13246.91	18744.14	13802.58	23188.35	15453.55	12314.36
0059504	181	8054.1	462.74	2761.21	1971.06	11021.53	893.75	482.08	2847.16	675.81	3244.86	181	181	9475.92	2446.95
0060872	47807.12	133384.39	12192.16	27253.7	59119.65	44653.76	103825.31	106273.17	40496.95	131561.56	145224.83	159286.22	170170.29	150753.06	197734.43
0084974	219	219	24767.88	219	219	219	1440.81	1738.52	2834.61	219	246	757.42	219	219	219
0091768	11359.27	9212.51	7731.43	12773.95	8442.08	4056.05	6526.57	7982.09	7521.43	1904.93	3499.49	2265.25	111	111	111
0092783	111	7137.19	1007.83	111	111	111	2565.47	568.24	111	4862.82	111	286.89	421.33	111	1177.13
0100030	4707.16	26938.34	25668.25	5546.35	1519.21	1710.22	2737.3	2010.9	1581.88	4187.67	5044.14	749.98	5925.71	400.37	1091.46

Tabla 5.3.07: Proyección Media Móvil simple

CodCliente	Proyecta con Media movil Simple											
	enero-2011	febrero-2011	marzo-2011	abril-2011	mayo-2011	junio-2011	julio-2011	agosto-2011	septiembre-2011	octubre-2011	noviembre-2011	diciembre-2011
0006412	47,101	51236	57214	61377	69702	78648	85973	87794	93377	100449	106100	107503
0011865	13666	12285	10879	9780	11896	13315	14447	14072	13257	16839	20648	24606
0016611	63457	66095	68733	72047	73181	74562	72246	63187	52860	42483	33672	25072
0040644	16321	18583	22047	25956	28099	30600	31469	33895	34530	36558	37892	39128
0042989	13720	15741	17043	17652	18364	18920	19013	18158	17932	18571	19936	21288
0043561	59480	69804	75142	80586	85420	91540	98044	105655	114721	125538	138646	147279
0059504	42856	45314	45970	42185	37360	31081	30038	29155	30772	31465	32531	33001
0060872	932722	918936	896525	884923	872524	845652	837088	861042	893221	950515	1027037	1098443
0084974	46965	41784	49188	47988	46551	41468	37228	32784	32105	31598	31789	32089
0091768	44594	52200	61426	69850	76191	82067	85320	86678	86649	86032	81347	72631
0092783	40026	42600	42810	42810	43665	40131	36596	33699	34759	29500	22888	14330
0100030	90964	102252	106115	104113	101732	97631	95368	91899	89163	85625	83637	74367

para conseguir las proyecciones mediante este método (una introducción a la teoría puede verse en el Anexo- 9 y el Cálculo de ejemplo en el Anexo -10).

5.3.8.3 RESULTADOS

LA EMPRESA cuenta con cuatro años de historia acumulada, la forma de comparar resultados es simple:

1. Se evalúan las proyecciones -según sea el caso- para los primeros tres años.
2. Se realizan las proyecciones para un año en el futuro.
3. Los pronósticos se comparan con los valores REALES del último año.
4. Se determina la variabilidad de los resultados en base al error relativo y el error relativo absoluto.

Tabla 5.3.08: Proyección Media Móvil Compleja

CodCliente	Proyección Media Móvil Compleja (corrección por regresión)											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	47101	51236	57214	61377	69702	78648	85973	87794	93377	100449	106100	107503
0011865	13666	13677	12003	10792	11647	12506	13744	14072	13257	15535	22721	24606
0016611	63457	66095	68733	72047	73181	74562	72246	70559	62829	48036	33672	25072
0040644	16321	18583	22048	25956	28099	30600	31469	33895	34530	36558	37892	39128
0042989	12188	14635	17043	17652	18364	18920	19013	18158	17932	18571	19936	21288
0043561	59480	69804	75142	80586	85420	91540	98044	105655	114721	125538	138646	147279
0059504	42856	45314	45970	41562	37173	31081	30038	29155	30772	31465	32531	33001
0060872	932722	918936	896525	884923	898507	862839	837088	845341	870197	915518	974582	1098443
0084974	57118	51215	49188	47988	46551	41468	37228	32784	32105	31598	31789	32089
0091768	44594	52200	61426	69850	76191	82067	85320	86678	86649	86032	81347	79395
0092783	40026	42600	42810	42810	43665	44304	42696	38506	34759	33925	22888	14330
0100030	90964	102252	106115	104113	101732	97631	95368	91899	89163	85625	83637	74367

Tabla 5.3.08: Proyección por regresión Lineal

CodCliente	Proyección- Regresión Lineal											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	45239	51345	57216	64135	74906	85559	94052	99396	107666	113619	117698	120013
0011865	14428	14239	12266	11116	12211	12863	13213	14023	12977	15598	22369	23739
0016611	63093	71965	79444	84880	86841	85836	80621	78428	67527	50130	35159	23174
0040644	19521	22988	26945	30382	32489	35206	36714	38621	40290	41680	43263	43874
0042989	11864	13963	16815	17748	19446	20606	21311	21374	20903	21086	20764	21273
0043561	62824	71224	78814	86514	94597	102535	110360	119066	128390	137870	149619	158839
0059504	44647	45024	46009	41083	36927	31328	30088	28286	27941	26934	26067	27628
0060872	1054158	1032164	1007278	1E+06	930949	880872	833866	829253	853922	890322	969089	1077698
0084974	62156	57360	49827	44648	38309	32830	29457	27452	26862	25177	26965	25558
0091768	49063	58919	69236	78169	86356	93874	99029	101885	103035	101090	94586	87193
0092783	44345	47305	49004	49394	49280	50399	47205	42234	35696	31147	21085	13789
0100030	100295	108339	113442	1E+05	115053	112410	107487	100772	92433	85353	81588	68761

Tabla 5.3.09: Proyección por regresión Cuadrática

CodCliente	Proyección- Regresión Cuadrática											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	54752	52928	61757	68953	82329	91589	94337	100814	104474	106253	110397	100987
0011865	66392	62731	56818	53241	51184	51671	51452	50905	49102	42021	37044	52014
0016611	73710	76408	73486	79522	79201	82187	74411	51401	32083	6242	0	0
0040644	54910	42477	52260	52982	53621	47913	54610	53368	53145	52017	50980	38830
0042989	44394	46766	47571	47441	46936	45968	44682	41751	39402	39143	40911	41872
0043561	65354	77621	84296	88925	73295	73903	73509	73671	76217	82135	91771	122013
0059504	39879	39458	38733	30408	22586	14642	11823	10720	14316	25793	23145	27390
0060872	498470	622334	794117	892688	935097	953993	961065	988413	986740	962640	946051	813760
0084974	104823	139354	140756	145549	152289	155923	153210	150844	147221	142250	136183	144378
0091768	157520	157820	161062	164041	165095	166772	165511	159512	154760	151160	144953	136929
0092783	144974	144131	142037	140057	139604	136632	127777	122649	125394	126121	119718	116366
0100030	122275	157146	160545	158546	152564	145433	70182	59993	125330	61999	51006	33449

Tabla 5.3.10: Proyección Mixta (Reg. Lineal y Cuadrática)

CodCliente	Proyección- Mixta											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	49995	52136	59486	66544	78617	88574	94194	100105	106070	109936	114047	110500
0011865	14047	13958	12134	10954	11929	12684	13478	14047	13117	15566	22545	24172
0016611	68401	74186	76465	82201	83021	84011	77516	74493	65178	49083	34415	24123
0040644	17921	20785	24496	28169	30294	32903	34091	36258	37410	46848	47121	41352
0042989	12026	14299	16929	17700	18905	19763	20162	19766	19417	19828	20350	21280
0043561	64089	74422	81555	87719	79357	97037	104202	112360	121555	131704	144132	153059
0059504	42263	42241	42371	41322	37050	31204	30063	28720	29356	26363	24606	27509
0060872	993440	975550	845321	927533	933023	917432	897465	908833	920331	926481	957570	1088070
0084974	59637	54287	49507	46318	38309	32830	29457	30118	29483	25177	29377	25558
0091768	46828	55559	65331	74009	81273	87970	92174	94281	94842	93561	87966	83294
0092783	42185	44952	45907	46102	46472	47351	44950	40370	35227	32536	21986	14059
0100030	111285	105295	109778	109604	108392	105020	101427	96335	90798	85489	82612	71564

Evaluación de los Errores por modelo (Extracto / Ver Disco)

Tabla 5.3.11: Error de la Proyección por Media Móvil Simple

CodCliente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	-17%	-16%	-14%	-25%	-20%	-11%	-2%	-16%	-15%	-4%	-2%	7%
0011865	59%	23%	1%	-35%	-17%	-6%	5%	19%	-47%	-33%	-13%	4%
0016611	-11%	-9%	-5%	-4%	-4%	14%	51%	39%	55%	98%	71%	31%
0040644	-27%	-31%	-23%	-10%	-18%	-3%	-13%	-6%	-8%	-9%	-5%	-2%
0042989	-18%	-10%	-9%	-7%	-4%	-1%	16%	-1%	-14%	-9%	-11%	11%
0043561	-23%	-12%	-11%	-13%	-13%	-12%	-15%	-15%	-16%	-19%	-8%	-5%
0059504	-8%	-3%	37%	32%	35%	2%	3%	-10%	-6%	-3%	-4%	-8%
0060872	7%	0%	4%	6%	4%	1%	-7%	-8%	-12%	-16%	-11%	-18%
0084974	-4%	-14%	6%	7%	40%	24%	18%	5%	0%	-1%	-1%	333%
0091768	-29%	-27%	-18%	-15%	-14%	-4%	-1%	-2%	4%	20%	30%	32%
0092783	-7%	0%	0%	-6%	36%	25%	0%	-5%	112%	75%	136%	45%
0100030	-15%	-3%	6%	4%	9%	5%	6%	8%	8%	2%	47%	129%

Tabla 5.3.11: Error de la Proyección por Media Móvil Compleja

CodCliente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	-17%	-16%	-14%	-25%	-20%	-11%	-2%	-16%	-15%	-4%	-2%	7%
0011865	59%	37%	12%	-28%	-18%	-12%	0%	19%	-47%	-38%	-4%	4%
0016611	-11%	-9%	-5%	-4%	-4%	14%	51%	55%	84%	124%	71%	31%
0040644	-27%	-31%	-23%	-10%	-18%	-3%	-13%	-6%	-8%	-9%	-5%	-2%
0042989	-27%	-16%	-9%	-7%	-4%	-1%	16%	-1%	-14%	-9%	-11%	11%
0043561	-23%	-12%	-11%	-13%	-13%	-12%	-15%	-15%	-16%	-19%	-8%	-5%
0059504	-8%	-3%	37%	30%	34%	2%	3%	-10%	-6%	-3%	-4%	-8%
0060872	7%	0%	4%	6%	7%	3%	-7%	-10%	-14%	-19%	-15%	-18%
0084974	16%	5%	6%	7%	40%	24%	18%	5%	0%	-1%	-1%	333%
0091768	-29%	-27%	-18%	-15%	-14%	-4%	-1%	-2%	4%	20%	30%	44%
0092783	-7%	0%	0%	-6%	36%	38%	16%	9%	112%	101%	136%	45%
0100030	-15%	-3%	6%	4%	9%	5%	6%	8%	8%	2%	47%	129%

Tabla 5.3.12: Error de la Proyección por Regresión Lineal

CodCliente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	-21%	-15%	-14%	-22%	-14%	-3%	7%	-5%	-2%	9%	8%	19%
0011865	68%	42%	14%	-26%	-14%	-9%	-4%	19%	-48%	-38%	-6%	0%
0016611	-12%	0%	10%	13%	14%	32%	68%	72%	98%	134%	79%	22%
0040644	-12%	-14%	-6%	6%	-5%	12%	2%	7%	7%	4%	8%	10%
0042989	-29%	-20%	-10%	-6%	2%	8%	30%	16%	0%	3%	-8%	11%
0043561	-19%	-10%	-7%	-6%	-3%	-2%	-4%	-5%	-6%	-11%	-1%	3%
0059504	-4%	-3%	37%	29%	34%	3%	3%	-13%	-14%	-17%	-23%	-23%
0060872	21%	12%	16%	16%	11%	5%	-8%	-11%	-16%	-21%	-16%	-19%
0084974	27%	18%	8%	0%	15%	-2%	-6%	-12%	-16%	-21%	-16%	245%
0091768	-22%	-17%	-8%	-5%	-3%	10%	15%	15%	24%	41%	51%	59%
0092783	4%	10%	14%	9%	53%	56%	29%	19%	117%	85%	117%	40%
0100030	-6%	3%	14%	15%	24%	21%	20%	19%	12%	2%	43%	112%

Tabla 5.3.13: Error de la Proyección por regresión cuadrática

CodCliente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	-4%	-13%	-7%	-16%	-6%	4%	8%	-3%	-5%	2%	2%	0%
0011865	673%	528%	428%	256%	259%	265%	273%	331%	97%	66%	56%	120%
0016611	3%	6%	2%	6%	4%	26%	55%	13%	-6%	-71%	-100%	-100%
0040644	146%	59%	81%	84%	56%	53%	52%	48%	42%	30%	28%	-3%
0042989	165%	168%	153%	151%	146%	141%	173%	127%	88%	92%	82%	118%
0043561	-16%	-2%	-1%	-4%	-25%	-29%	-36%	-41%	-44%	-47%	-39%	-21%
0059504	-14%	-15%	15%	-5%	-18%	-52%	-60%	-67%	-56%	-21%	-32%	-24%
0060872	-43%	-32%	-8%	7%	11%	14%	6%	6%	-2%	-15%	-18%	-39%
0084974	113%	187%	204%	225%	357%	365%	387%	382%	359%	344%	323%	1000%
0091768	151%	121%	114%	100%	86%	96%	93%	80%	86%	110%	131%	149%
0092783	239%	237%	232%	209%	333%	324%	248%	247%	663%	649%	1000%	1000%
0100030	14%	49%	61%	59%	64%	56%	-22%	-29%	52%	-26%	-11%	3%

Tabla 5.3.14: Error de la Proyección por regresión Mixta

CodCliente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0006412	12%	14%	10%	19%	10%	0%	8%	4%	3%	5%	5%	10%
0011865	64%	40%	13%	27%	16%	10%	2%	19%	47%	38%	5%	2%
0016611	5%	3%	6%	10%	9%	29%	62%	64%	91%	129%	75%	26%
0040644	20%	22%	15%	2%	12%	5%	5%	0%	0%	17%	18%	3%
0042989	28%	18%	10%	6%	1%	4%	23%	7%	7%	3%	9%	11%
0043561	17%	6%	4%	5%	19%	7%	9%	10%	11%	15%	4%	1%
0059504	9%	9%	26%	29%	34%	2%	3%	12%	10%	19%	27%	23%
0060872	14%	6%	2%	11%	11%	9%	1%	3%	9%	18%	17%	19%
0084974	21%	12%	7%	3%	15%	2%	6%	4%	8%	21%	9%	245%
0091768	26%	22%	13%	10%	9%	3%	7%	6%	14%	30%	40%	52%
0092783	1%	5%	7%	2%	44%	47%	23%	14%	114%	93%	126%	42%
0100030	4%	0%	10%	10%	16%	13%	13%	13%	10%	2%	45%	120%

Tabla 5.3.15: Resumen de Comparación entre errores relativos

Comparación entre errores relativos por modelo							
Tipo de Error	Parámetro	MM-Simple	MM-Reg.Lineal	Reg.Lineal	Reg.Cuadrática	Prom (Rg.Lineal+Rg.Cuad)	ARIMA (Referencial)
Error Relativo	Promedio	5.0%	5.7%	8.0%	154.9%	8.8%	-3.0
	Desv.Estándar	76.4%	77.2%	63.7%	224.9%	82.9%	11.1
Error Relativo absoluto	Promedio	23.8%	24.9%	24.9%	166.6%	26.4%	8.7
	Desv.Estándar	72.7%	73.3%	59.2%	216.4%	79.1%	6.6

Los datos de ARIMA sólo son referenciales dado que se han realizado los cálculos para una sola empresa; el interés en este caso no es la comparación de resultados sino revisar las complejidades y determinar si el método se puede automatizar y si vale la pena realizar este esfuerzo.

5.3.10 COMPARACIÓN DE ERRORES ENTRE PROYECCIONES

Un rápido análisis de los valores de errores absolutos nos señala que salvo la regresión cuadrática, el resto de proyecciones son bastante similares en cuanto al promedio absoluto. Respecto a la varianza, el mejor valor es el de la Regresión Lineal. Revisando los valores de los errores relativos, se confirma que el modelo de Regresión Lineal presenta los mejores valores.

5.3.11 NIVEL SIGMA ESPERADO:

El dato principal del nuevo pronóstico se fundamenta en las Ventas reales de la empresa por cada cliente; este dato es validado por el área de Contabilidad, que constituye la fuente de los estados financieros de la organización:

- a) Cada cierre mensual se cierra más del 98% de las ventas.

$$\text{Nivel Sigma}_{\text{Cierre}} = 3.55$$

- b) Un mes después del cierre, se tiene el 99.9% de las facturas validadas.

$$\text{Nivel Sigma}_{(\text{cierre}+30)} = 5.25$$

Por lo tanto el método es bastante confiable en cuanto a data, que no se tiene que buscar ya que se encuentra en el sistema de la empresa.

5.3.12 CONCLUSIONES RESPECTO A LOS PRONÓSTICOS.

Las conclusiones Generales se revisarán en el Capítulo V, por lo que aquí seremos muy escuetos para señalar nuestras observaciones:

1. El método de Regresión Lineal permite realizar los pronósticos que la empresa necesita respecto a las ventas. Los valores de 25% en promedio son aceptables. La varianza si bien es alta todavía, debe irse mejorando conforme se adquiera más experiencia y se ajusten mejor los datos o los resultados.
2. Los datos que se utilizan son del manejo absoluto de LA EMPRESA , los tiene en sus bases de datos y sólo necesita un programa que los automatice y muestre. El gasto principal esta hecho, sólo necesita aplicarse en mejorar la calidad de sus datos. El nivel sigma esperado es bueno para el cierre de mes y superior a tres meses del cierre.
3. La segmentación de las empresas es imprescindible para que los valores involucrados puedan ser comprables y detectar irregularidades en grupos medianos de empresas.
4. El Método ARIMA queda descartado por el momento ya que su metodología es muy complicada y su grado de dificultad para automatizar es grande.

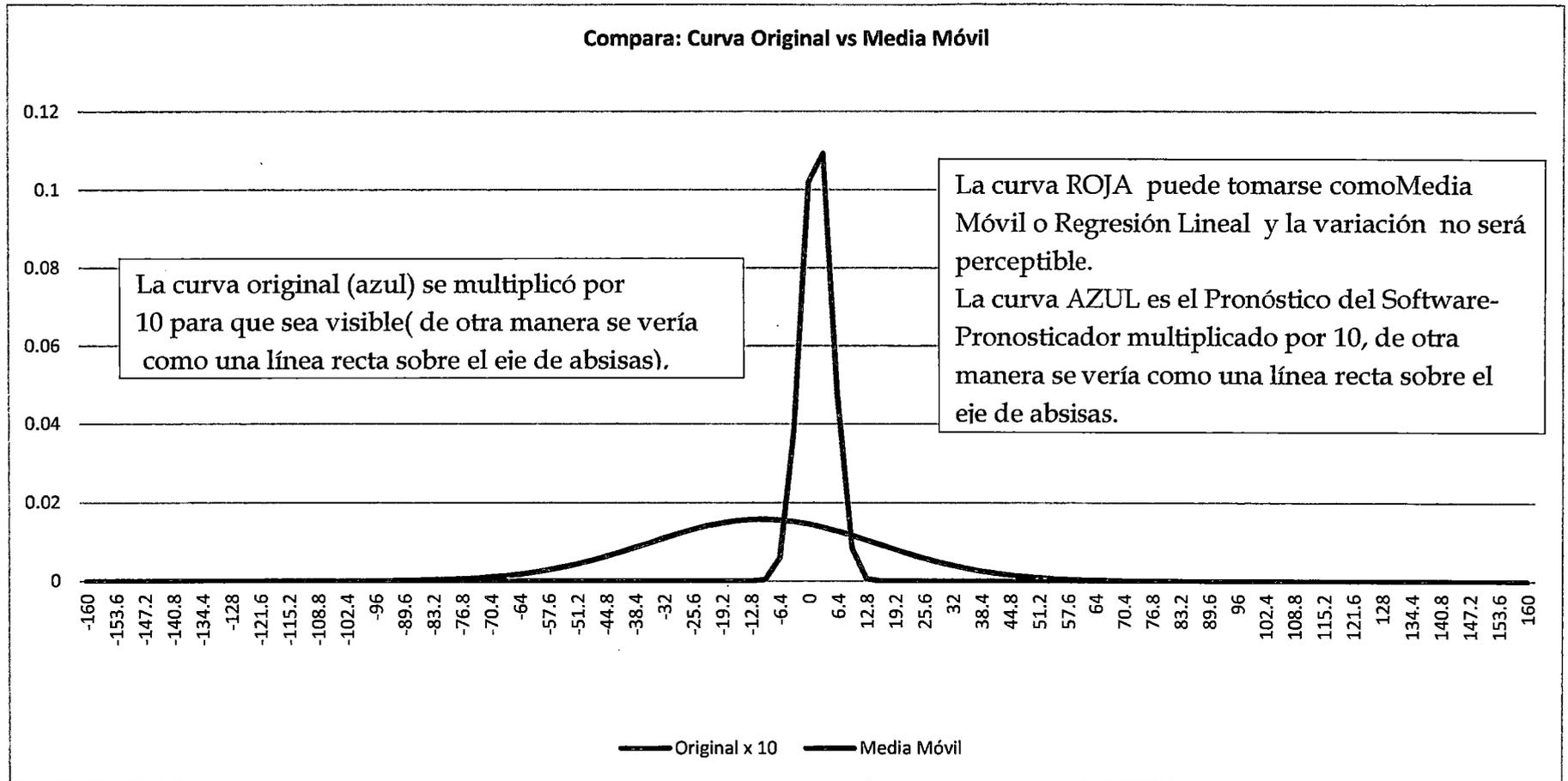


Gráfico 5.3.07: Compara Proyección con Software-Pronosticador vs Media Móvil Simple

5.4 SOSTENER

5.4.1. INTRODUCCIÓN SOSTENER

ETAPA SOSTENER
Resumen Etapa Anterior
Durante la búsqueda de un método que permitiera realizar los cálculos de manera eficaz y eficiente surgió la voz de la empresa personificada en el Patrocinador, solicitando emplear los recursos “más a la mano” para realizar la prueba Piloto, ya que La Empresa no deseaba realizar más gastos hasta no tener una certeza de éxito. Posteriormente -explicó- podremos tener un cálculo más fino, pero la gerencia está muy interesada en tener primero respuestas que puedan contrastarse con la realidad.
Objetivo Sostener
El objetivo de esta etapa es que los cambios se internalicen en los usuarios y se mantengan con la misma calidad en el tiempo.
Entregables
<ul style="list-style-type: none">❖ El Plan piloto❖ Validar con el sponsor las etapas multi-generacionales del VST.❖ VSM-To Be<ul style="list-style-type: none">○ Revisar los requisitos del Cliente○ Describir el nuevo proceso○ Que las medidas se adecúen al cliente y al negocio❖ El Proyecto para Sostener los procesos (Plantilla)❖ Revisión de alcances PQVC

Estrategia
<p>La estrategia consistió en mostrar a los involucrados el nivel de precisión alcanzado con las herramientas más sencillas. La simulación se realizó con la data real y logró satisfacer la expectativa de la gerencia.</p> <p>El Patrocinador ya envió la solicitud al área de informática para obtener los reportes necesarios a fin de tener cierres mensuales automatizados tanto con la información de Pronóstico, como con la precisión conseguida con los Valores de Venta Pronosticados el último mes.</p>

Tabla 5.4.01: Tarjeta-Sostener

5.4.2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Al inicio del proyecto -Trabajo Previo -se desarrolla el mapa de la cadena de Valor -“Como es” (VSM-As Is) donde se describe el proceso y el valor añadido en cada etapa. Es sabido que el tiempo de valor agregado es mínimo comprado con el tiempo de todo el proceso. Taiichi descubrió esto y su metodología (TPS) es un juego iterativo para eliminar desperdicios permanentemente.

El tema de la velocidad de los procesos en TPS es una consecuencia y no un fin en sí mismo: es decir, los procesos deben durar lo necesario para crear valor, de acuerdo con la tecnología disponible y la seguridad/satisfacción de las personas. Si demora más es que existe desperdicio, por lo tanto, debe eliminarse.

Si los procesos carecen de desperdicio es que son tan veloces como les es permitido trabajar en condiciones sanas.

Es bueno mencionar nuevamente que las estupendas mejoras alcanzadas por TPS corresponden con sus necesidades directas y no con una “visión iluminada” del futuro de Toyota. Me repito (porque creo que es necesario): **TOYOTA no hubiera diseñado una línea de producción múltiple si no la hubiera necesitado: sólo contaba con una línea de producción y no tenía carga de trabajo suficiente. Solucionó su problema, NO INVENTÓ LA LINEA DE PRODUCCIÓN MÚLTIPLE EN UN ESFUERZO TEÓRICO DE SUFICIENCIA.**

La conclusión de esta reflexión es que el espíritu de TPS no es el desarrollo de temas complejos, la mejora continua es una ruta que se hace día a día. No se pretende realizar cambios complejos innecesarios, al contrario: se desea alcanzar el éxito a través de las personas, con un trabajo adecuado, donde cada uno pueda desarrollarse. Si se necesitan cambios, éstos deben dosificarse para que la persona se acepte de la mejor manera. Al igual que la anécdota de Sábato¹⁸, dejemos que lo sencillo sea sencillo (y que lo complejo sea complejo).

¹⁸ Ernesto Sábato (1911- 2011): famoso físico, matemático, filósofo y novelista argentino, que por la anécdota, parece que poseía un sentido del humor muy fino. Brevemente, dice la anécdota que “un amigo y comensal se le acerca durante los instantes previos a una cena en una embajada y le pide que le explique la Teoría de la Relatividad. Sabato después de disertar una hora ante un pequeño público que lo

5.4.3. EL PLAN PILOTO

Las comprobaciones necesarias para el desarrollo matemático se hicieron en la etapa Arreglar y los resultados muestran que una aproximación con Media Móvil son bastante buenos para iniciar este trabajo, siendo la estrategia de aplicación limitar la relación de empresas a controlar, de manera de ganar experiencia los próximos 6 meses o un año para luego definir si se necesita mayor cantidad de datos o precisión en el modelo matemático.

Lo que ahora necesitamos es hacer un plan de despliegue del proyecto y como no podemos lograr todos los objetivos de inmediato, debemos:

- Revisar los requisitos críticos del Cliente
- Trazar un plan multi-generacional (la visión VST- transformación de la cadena de valor)
- Un Mapa de la cadena de valor Futura
- Un proyecto de soporte de procesos.

5.4.4. REVISAR LOS REQUISITOS DEL CLIENTE

Hacer una nueva visita a los requerimientos críticos del cliente (CCR) nos permitirá entender lo que hemos logrado y lo que nos falta por alcanzar.

rodeaba, voltea y ve que su amigo mueve la cabeza y le dice: no entiendo. El novelista aligera su explicación resumiéndola en media hora, y luego en diez minutos, ... por fin el amigo sonrío y le dice: "ENTENDÍ"; el maestro queda mirando a la audiencia y dice:" Sí,... pero ESO no es más la teoría de la relatividad

CCR	Respuesta	Brecha de mejora
El Software Pronosticador puede satisfacer las necesidades de la empresa	NO.	No se tiene los datos necesarios.
La cantidad de data es suficiente	Justamente la falta de data impide un buen resultado.	El tema económico resulta insalvable.
Se pueden salvar las disconformidades	Analizando Beneficio/Costo se hace insalvable la brecha.	Búsqueda de un nuevo proceso
El nuevo proceso hereda lo planteado como necesidades. El primer tema es el pronóstico de ventas.	Se consigue tener resultados aceptables con una serie de tiempo tipo alisado exponencial.	Se debe confirmar en el tiempo que mejorará la calidad de la data permitirá optimizar los resultados.
Capacidad para realizar campañas por grupos de empresas.	El número de equipos y los modelos que tiene el cliente están detectados.	Necesidad de tener el detalle de la factura (lo que se compra y hacia dónde se destina). Se tiene la data pero no hay acceso disponible, se necesita autorizaciones de la Gerencia de Informática.
Capacidad para realizar campañas por modelos de máquinas	El número de equipos y los modelos que tiene el cliente están detectados.	Necesidad de tener el detalle de la factura (lo que se compra y hacia dónde se destina). Se tiene la data pero no hay acceso disponible, se necesita autorizaciones de la Gerencia de Informática.
Capacidad para realizar campañas por regiones		Se requiere la ubicación física de cada equipo. No está actualizada. No se ha demostrado urgencia en este tema, pues el común de los clientes centraliza sus compras.

Tabla 5.4.02: Revisión de requisitos críticos del cliente

5.4.5 VALIDAR CON EL SPONSOR LAS ETAPAS DEL VST

Como vimos en la tabla anterior, los temas están planteados y básicamente son dos:

- a) Implementar los pronósticos de ventas en base a la historia de las ventas reales y poder desarrollar CRM (o campañas) por empresa.
- b) Alcanzar la capacidad para determinar campañas por modelos y grupos de empresas.
- c)

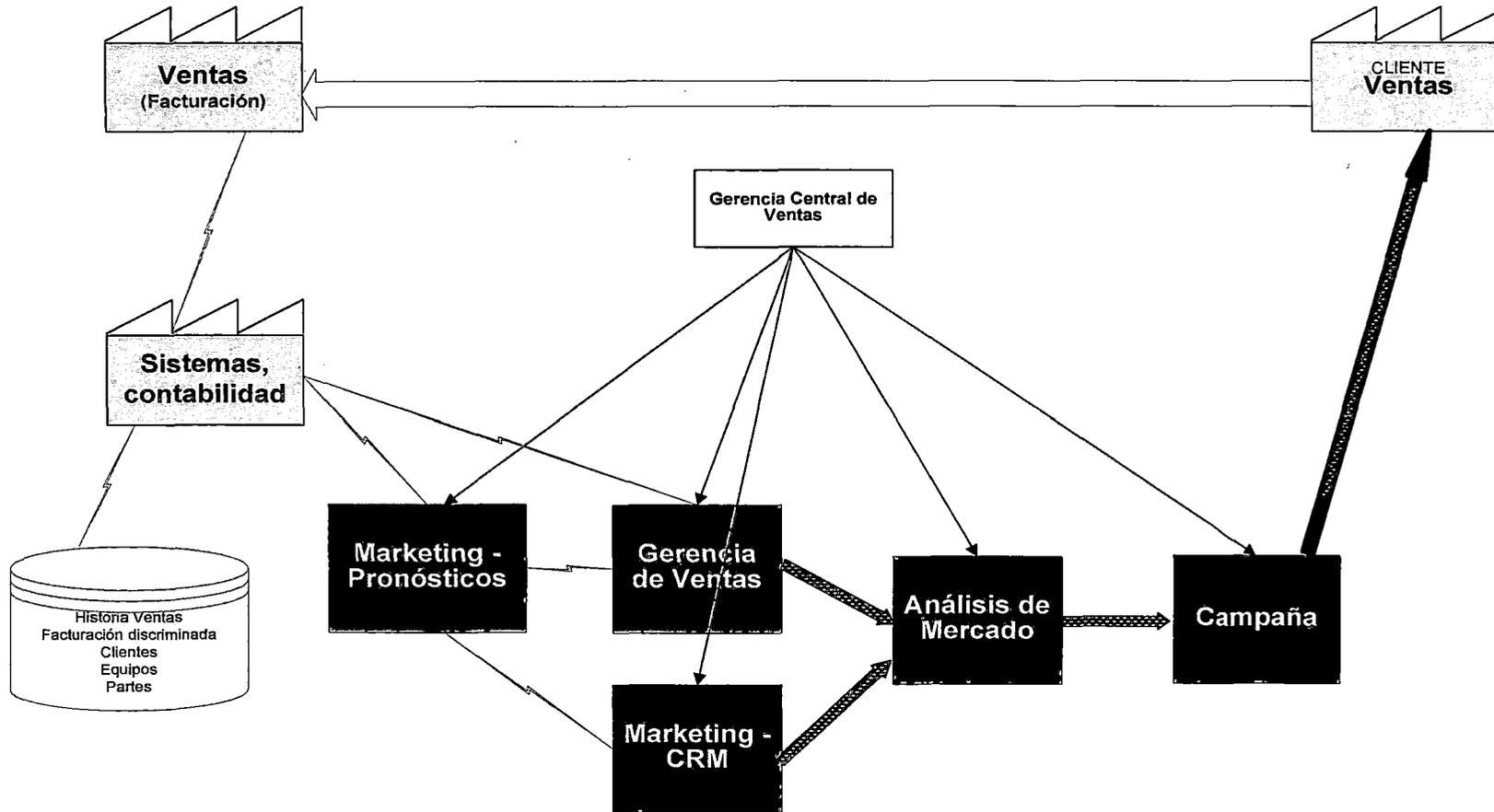
	Generación 1	Generación 2	Generación Q
Visión	-Estabilizar el proceso al eliminar la búsqueda de horómetros y trabajar con Ventas reales, que es una variable que se tiene a disposición. Desarrollar un nuevo modelo matemático de pronósticos que pueda mejorarse con la experiencia.	-Mejorar las bases de datos de Ventas desarrollando los reportes que relaciones: Cliente- repuesto- Modelo-monto US\$. - El control de estas variables permitirá determinar los tipos de compras que realiza el cliente. - Valorizar la satisfacción del cliente.	(OPCIONAL) -Ubicación de equipos.
Producto/ Proceso	-El proceso debe ser simple sobre un segmento específico del mercado. -El proceso debe ser fácil de comprender y controlar. -Se desea crecer lentamente pero de forma segura en este tema.	-Identificar los tipos de compras que realiza el cliente y ver si son consecuentes con las máquinas que posee. -Determinar una capacidad de compra, un potencial de ventas y si las compras se relacionan	- Para realizar campañas por regiones.

		con la satisfacción del cliente.	
Plataforma de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> - El piloto puede desarrollarse en .Net y/ o Access -SQL. -La aplicación final debería mostrarse como un reporte en una plataforma de soporte gerencial. -Coordinar con Marketing y Comercial para determinar la sensibilidad del modelo para detectar respuestas del Mercado. 	-Bases de datos, equipos y herramientas informáticas que posee La Empresa.	-Bases de datos, equipos y herramientas informáticas que posee La Empresa.

Tabla 5.4.03: Etapas Multi-Generacionales

El cambio que pretendemos hacer procura que las personas dejen de ser esclavos del proceso en la búsqueda de data; el proceso pensado está interesado en utilizar la data que tenemos y existe para llegar a las respuestas que necesitamos. Obviamente no lo haremos de inmediato, pero iniciamos el proceso de la mejora continua.

Gráfica 5.4.01: Mapa de la cadena de valor de Pronósticos



5.4.6 DESCRIBIR EL NUEVO PROCESO

Los clientes realizan transacciones comerciales que se reflejan en la facturación de la empresa (repuestos).

La facturación se registra en la base de datos de la empresa (ERP) y es revisada por el área de Contabilidad, donde se valida la información al 98% (posteriormente se corrige el 2% faltante).

La empresa cuenta con un BPM (*Business Process management/ Gestor de Procesos de Negocio*), que permitirá evaluar y presentar la información automáticamente (Marketing-Pronósticos, Gerencia de Ventas, Marketing-CRM).

La Gerencia de Ventas y Marketing-CRM se reúnen para realizar:

- ❖ Un análisis de mercado (1ra etapa),
- ❖ Posteriormente (2ª Etapa), con la data de facturas discriminadas por repuestos (necesario crear un aplicativo con esta funcionalidad) puede determinarse lo que el cliente está comprando y lanzar campañas para beneficio conjunto Cliente-Empresa.
- ❖ Las campañas van dirigidas al Cliente y posteriormente podrá identificarse la acogida de las campañas emprendidas.

CONTROL DE PROCESO

Inicio : Diciembre 2011
 Término: mayo 2012
 Archivo :

NOMBRE: Cálculo de Pronósticos y distribución de resultados	OBJETIVO: validar la conformidad de la evaluación y entrega de pronósticos.	REQUERIMIENTO CRITICO: Resultados $r > 0.6$	NIVEL SIGMA: Mayor que 5 para las empresas bajo control en 3 meses.	RESULTADO:
---	---	---	---	-------------------

DIAGRAMA: Proceso de cálculo de Pronósticos y distribución de resultados			CONTROL			
Indicadores	Límites y especificaciones de	Comprobar	Frecuencia	Responsable	Contingencia o información miscelánea	
	Ventas Reales Empresas Equipos Fact. Total Fact. Partes Modelos Repuestos	Lista en control Nro equipos involucrados Fact. Repuestos = fact. Total Nro equipos por modelo	Todas Constante Igualdad	una vez al mes	Sistemas Contabilidad ventas BB/automático Propietario BB/automático Propietario Automático	si surge diferencia entre las partes no lanzar el pronóstico Supervisar los valores determinar excepciones Verificar que todos tengan acceso a COGNOS
Cantidad de data r - promedio r - por empresa	Nro de resultados Estadística Estadística	Lista control > 0.6				
Pronósticos Error relativo	nro de resultados (#Emp) Cercano a cero	Lista control ~ cero				
fcha Cálculo fcha Entrega	Diferencia menor a 2	< 2				
Conformidad de entrega	Lista de entrega	Todos				

REV #	Fecha	Descripción de la Revisión	Nombre	Firma
		Gráfico 5.4.02: Control de Proceso /Cálculo de Pronósticos de venta y sus resultados		

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES RESPECTO A LAS METODOLOGÍAS DE MEJORA

METODOLOGÍAS DE MEJORA DE LA CALIDAD			
Problemas / Oportunidades	Objetivos	Hipótesis	Conclusiones
La documentación de LSS no explica su relación entre 6Sy LM. LSS utiliza herramientas de ambas metodologías; es importante saber si se trata de una mejora y si esto puede ayudarnos en nuestro trabajo...	Determinar si es posible unificar ambas metodologías.	La metodología Lean Six Sigma es una evolución de sus predecesoras Lean Manufacturing y Six Sigma	LSS presenta cambios, desarrollos y transformaciones respecto de las metodologías LM y 6S. Estas características implican una "evolución" de las metodologías originales; por lo tanto la Hipótesis es VERDADERA. 1.- Six Sigma es ahora más veloz y puede trabajar problemas conocidos a fin de mejorarlos. 2.- Lean Manufacturing gana Análisis (Profundidad) para mejorar los temas de calidad.

Tabla C.01: Conclusiones respecto a las metodologías de mejora

1. Durante la primera parte de este trabajo revisamos los distintos conceptos de las metodologías Toyota Production System (TPS o Manufactura esbelta) y Six Sigma, concluyendo que Lean Six Sigma es una evolución de ambas metodologías. Esta nueva fórmula permite aplicar las metodologías originales puras o una mezcla de ambas, esta última opción es una ganancia, una tercera alternativa que valora la experiencia e intuición del experto, se gana velocidad.
2. Los desarrolladores de Six Sigma pretenden que Manufactura Esbelta estuvo siempre incluida en sus conceptos, pero esto es falso: mencionar en algún acápite que "Six Sigma se ocupa de eliminar el desperdicio" no es tener todo un artefacto destinado a ello. Menos aún si se suponía que para emprender un proyecto Six Sigma debía de "desconocerse la solución".
3. Toyota Production System es casi igual a Manufactura esbelta -de hecho es una traducción de sus conceptos, herramientas y prácticas- lo que no se ha logrado copiar en occidente es el pensamiento y sentir de la cultura oriental. Por ello, la industria Toyota logra soluciones más robustas que otros emprendimientos similares en occidente. **(Bibliografía: [L08]).**
4. Six Sigma no sobrevivirá si sigue trabajando únicamente la complejidad, porque los problemas reales no pueden atacarse únicamente con desarrollos

matemático-estadísticos. La frustración de los distintos actores se manifiesta en varios documentos, debido principalmente a los proyectos demasiado elaborados y complejos. La inclusión de LM en la metodología 6-S la beneficia directamente y salva a 6-Sigma del fracaso en los negocios.

5. Manufactura Esbelta tiene alcances menos elaborados, es una metodología sobria que administra el cambio incluyendo a todos los colaboradores; es más fácil conseguir el cambio si todos los involucrados están comprometidos. La manufactura esbelta puede subsistir sin el aporte Six Sigma, pero pierde profundidad. Six Sigma mejora a Lean Manufacturing.
6. En la capacitación de ambas metodologías se hace notoria la falta de dos temas importantes:
 - a) Los **Negocios**. Es notorio que muchos Black Belts emprenden proyectos sin validar la importancia de éstos para la empresa; además, los proyectos para lograr *Ventaja Competitiva* son casi nulos;
 - b) El **Coaching**. Muchos de los fracasos de proyectos pueden atribuirse al poco compromiso de los involucrados. El Black Belt debe trabajar mucho los temas de liderazgo, y no por eso logrará que todos los grupos humanos lo consideren líder de un proyecto.

7. El cambio debe justificarse, muchas veces el Black Belt asume el reto del cambio sin analizar si éste es correcto. Esto ocurre generalmente porque el profesional es joven aún y le hace falta experiencia. Realmente todo nuevo BB debería cumplir un periodo mínimo de un año apoyando en trabajos a los más experimentados para ganar experiencia y consejo rápidamente. Los BB's que salen directamente a trabajar como líderes están en desventaja.

8. Hemos señalado a través de este trabajo que - a pesar de tener el mismo origen - TPS y Lean Manufacturing no son lo mismo ya que la parte cultural no puede trasladarse a occidente. El mismo comentario lo hereda LSS: "la cultura" influye en la ejecución de la metodología (para bien o para mal) y no se puede ignorar. La bibliografía citada menciona que "Klefsjö, Bergquist y Garvare, (2007) creen que las dificultades al aplicar de métodos de Gestión de la Calidad han sido tratados de manera mínima por sus difusores. Argumentan que no es seguro que Six Sigma, teniendo una cultura estadounidense, pueda adaptarse a cualquier organización del mundo, incluso con ramas culturales similares". Lo cierto es que -bajo nuestra experiencia- observamos que lo más difícil de lograr es el compromiso con el cambio y esto se presenta en TODAS las jerarquías (bibliografía [T01]).

9. LSS tiene -al menos- tres maneras de enfrentar los problemas (DMAIC, Kaizen y Kaizen-DMAIC); de alguna manera podemos pensar que LSS es más

“ingenieril” que Six Sigma (más matemático-estadístico) y menos “empírico” que Manufactura Esbelta.

10. El desarrollo de LSS está orientado a las soluciones, no busca demostrar las cosas sino resolverlas, cuando algo falla, su opción es llegar rápidamente a la mejora obviando algunos temas que sólo la complican. La solución no es perfecta a la primera instancia, sino que debe entrar en un proceso de mejora, aprendiendo y probando (sin que esto signifique trabajar en prueba-error).
11. A lo largo de este caso de negocios hemos visto que las etapas de ambas metodologías difieren, no son siempre compatibles porque mientras Six Sigma trabaja básicamente un solo proyecto, Manufactura esbelta “escala” las mejoras a través de varios emprendimientos (estandarizar, fluir, jalar, producción Mix); LSS hereda la jerarquía de 6-S, pero a veces no es coherente .
12. Todas las metodologías y sus derivadas tienen por principio una cuota de cambio, también hay una fuerte dosis de innovación que debe suministrarse para lograr los resultados espectaculares que se pretenden; lo cierto es que dentro de la metodología también se especifica que el trabajador desarrollará su trabajo en un 20% de tiempo que pueda extraer de sus responsabilidades. Esto es un tema que fracasa continuamente en las organizaciones, cuando el

trabajador descubre que está trabajando más de la cuenta para un proceso que al final no le dará ningún beneficio, inmediatamente se desliga del tema e indica que no puede descuidar su trabajo principal. En occidente las empresas no suelen guardar un equilibrio de beneficios con sus empleados.

13. Las empresas en el Perú nos estamos copiando permanentemente una a otras. Copiar es un primer paso para crear tecnología, pero no se puede permanecer en este nivel tecnológico. Si no empezamos a diferenciarnos sólo navegaremos por océanos rojos, es decir, sólo tendremos economía de subsistencia. Las empresas están condenadas a desaparecer si no pueden reinventarse cada cierto tiempo.

14. Otras metodologías y LSS: durante la aplicación de Six Sigma se dice que la metodología sirve en cualquier caso, la experiencia muestra que para trabajar procesos informáticos existen dos metodologías mejor estructuradas: ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) y CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) . El caso es que Six Sigma se presenta bien cuando un proceso existe y funciona, aunque esté mal implementado. Si el proceso no existe DMAIC, Lean Manufacturing ni LSS deben aplicarse.

15. Complejidad y Simplicidad. Los fenómenos del mundo son complejos. Los diferentes elementos de un proceso interactúan dinámicamente y producen

soluciones únicas, variables o constantes. Desde finales del siglo XX la ciencia busca modelos predictivos que incorporen el azar y la indeterminación en su estudio; sin embargo, cuando la persona tiene demasiada información, se inmoviliza y no puede tomar decisiones porque su capacidad de síntesis es rebasada. La simplicidad por otro lado ha permitido que a partir de muy pocos datos la intuición del ser humano pueda crecer y lograr resultados espectaculares a partir de situaciones sencillas. La tesis que hemos presentado muestra que los resultados obtenidos a partir de una regresión lineal sean preferidos ante ARIMA, un método más complejo pero que se aleja de la facilidad de control. No decimos que se deba renunciar a la complejidad, que es necesaria en nuestra actualidad para abordar temas harto sofisticados; pero sí proponemos que no renunciemos a la simplicidad para solucionar problemas del día a día.

CONCLUSIONES RESPECTO AL CASO DE ESTUDIO

Tema PRACTICO: PRONÓSTICOS			
HIPÓTESIS PRINCIPAL			
Problemas /Oportunidades	Objetivos	Hipótesis	Conclusiones
<p>La aplicación es una caja gris, que no permite la manipulación de datos para determinar su accionar; realmente no se sabe cómo trabaja.</p> <p>No se sabe si el método subyacente en la aplicación permite alcanzar los resultados que la empresa requiere.</p> <p>No se conoce la cantidad de data necesaria para obtener resultados correctos de la aplicación.</p>	<p>Validar si el <i>software-pronosticador</i> puede proporcionar la información adecuada para que LA EMPRESA tome las decisiones que requiere.</p>	<p>El Software-Pronosticador proporciona la información adecuada para LA EMPRESA tome las decisiones que requiere.</p>	<p>El software-Pronosticador no tiene los suficientes datos "frescos" de Horas de Uso Anual (HUA), ni estos son confiables como para estimar valores estadísticamente aceptables.</p> <p>El software-Pronosticador no logra su cometido.</p>

Tabla C.02: Conclusiones respecto al caso de estudio

HIPÓTESIS SECUNDARIAS

Problemas /Oportunidades	Objetivos	Hipótesis	Conclusiones
Determinar el método de evaluación del Software-Pronosticador. Hallar un método matemático que permita reproducir las evaluaciones del software pronosticador.	Crear un SIMULADOR que reproduzca el accionar del software-Pronosticador de tal manera que permita definir el funcionamiento de la aplicación en estudio.	H1:El SIMULADOR reproduce los resultados del Software-Pronosticador.	Se ha validado la propuesta matemática del SIMULADOR (ver ANEXO 6). La Hipótesis H1 es verdadera.
Determinar si el método subyacente en la aplicación permite entregar los resultados que la empresa requiere.	Determinar los parámetros del método subyacente que utiliza el software-Pronosticador (SIMULADOR)	H2:El método que utiliza el Software -Pronosticador puede entregar la data que requiere la empresa.	Las variables que utiliza el software pronosticador pueden entregar la información de Flotas, Modelos de máquinas, número de éstas, ubicaciones, Propietarios, valores venta,etc; EN TEORÍA la aplicación puede entregar la data que LA EMPRESA necesita. La Hipótesis 2 es VERDADERA.
Evaluar la cantidad de data necesaria para un correcto uso de la aplicación en la empresa.	Determinar la cantidad de data necesaria a partir del SIMULADOR del Software-Pronosticador.	H3: Se tiene la cantidad de data necesaria para que la aplicación Genere correctamente la información que la empresa requiere.	La cantidad de válidos de acuerdo a los modelos en estudio es de 828 datos aleatorios (la realidad muestra que los datos no son aleatorios y su cantidad usual es de 100 registros mensual). Por lo tanto, la cantidad de data necesaria no es suficiente para tener una estimación estadística aceptable. La Hipótesis 3 es FALSA.
Cuantificar el esfuerzo (económico, administrativo)	Estimar el esfuerzo requerido para que la aplicación evalúe adecuadamente los pronósticos.	H4:Se entrega el esfuerzo que requiere la aplicación para asegurar los resultados adecuados.	La empresa indicó que no estaba dispuesta a invertir US\$236,000 anuales para facilitar los datos para que el software Pronosticador mejore sus valores. La Hipótesis 4 es FALSA.

Tabla C.03: Conclusiones respecto a las Hipótesis Secundarias

HIPÓTESIS SECUNDARIAS (Continuación...)			
Problemas /Oportunidades	Objetivos	Hipótesis	Conclusiones
Para manejar campañas se necesita manejar productos-Clientes-Ventas-fechas(temporadas)¿ tiene esa capacidad la aplicación?	En base al SIMULADOR determinar si la aplicación puede entregar los resultados que la empresa requiere.	H5: La data que maneja la aplicación permite gestionar campañas.	H5 Carece de importancia pues el software Pronosticador se descarta como herramienta válida para LA EMPRESA. (El manejo matemático es aceptable, la calidad de la data no es aceptable).
Las tendencias de la aplicación se mantuvieron, cuando en la realidad las ventas crecieron, se necesita conocer la sensibilidad de la aplicación.	En base al SIMULADOR estimar la sensibilidad de la aplicación ante cambios bruscos de los factores económicos.	H6: La sensibilidad de la aplicación ante cambios económicos bruscos es suficiente par la empresa.	H6 Carece de importancia pues el software Pronosticador se descarta como herramienta válida para LA EMPRESA. (Se necesitaría realizar una segmentación después de la evaluación para poder tener sensibilidad, sino los valores de tres empresas ocultan cualquier detalle "sensible" sobre los pronósticos).

HIPÓTESIS ALTERNATIVAS			
Problemas /Oportunidades	Objetivos	Hipótesis	Conclusiones
El software-Pronosticador no puede proporcionar la información adecuada que LA EMPRESA requiere.	Determinar si son salvables las inconformidades.	H7: Las inconformidades del Pronóstico de Ventas son salvables.	El Software-Pronosticador no puede cumplir su función debido a la insuficiente cantidad de data; LA EMPRESA estima que el costo de adquirir la data necesaria es muy alto ... se concluye que las inconformidades son insalvables.
El software-Pronosticador no puede proporcionar la información adecuada que LA EMPRESA requiere y no son salvables las inconformidades.	Determinar un método que LA EMPRESA pueda utilizar a partir de la data que maneja.	H ₈ : Se puede levantar un Pronóstico de Ventas que reemplace sólo con a la data que maneja la empresa y que proporcione la información necesaria para que La Empresa tome las decisiones que requiere.	Definiendo una segmentación de mercados, los resultados con regresión lineal son suficientes para conseguir reportes válidos y equivalentes a los planteados por el software pronosticador. La data que maneja la empresa debe ser mejorada para alcanzar todos los requerimientos que solicita.

Tabla C.04: Conclusiones respecto a las Hipótesis Alternativas

1. Al revisar el diagrama SIPOC, se observa que a través de todo el mes se esperan los datos, al ser consultado el analista, no pudo mostrar una actividad importante para esos días; esto hace suponer que desperdicia la mayor parte de su tiempo. A pesar de ser un diagrama de alto nivel, permite de inmediato determinar focos de estudio con sólo hacer unas cuantas preguntas.
2. El caso de estudio - como muchos - nace sin análisis financiero, es un problema que se tiene en diferentes organizaciones hace mucho tiempo. Muchas veces se argumenta que es un proyecto de mejora "impostergable", "urgente", "inmediata"; cuando lo que realmente sucede es que no tenemos un método para estimar costos. Este estudio utiliza un método de cuantificación de esfuerzo financiero mediante comparación; probablemente no sea el mejor de los métodos, pero permite tomar decisiones.
3. Otro aspecto que podemos detectar en la conclusión anterior es que ante los ojos de un externo, "el trabajo de los demás es mínimo" ," no importa" o en el peor de los casos "los demás no hacen nada". No se puede justificar que las Gerencias piensen que los representantes de ventas puedan traer la cantidad de datos solicitada sin costo.

4. La Empresa está complicada en un proceso de pronósticos errados debido al simple hecho de no haber analizado si la solución externa era válida para su negocio. No es la primera vez que algo parecido sucede. Muchas organizaciones pierden su capacidad de análisis frente a empresas extranjeras.

5. Al revisar el gráfico del Value Stream Map (Mapa de la cadena de Valor) vemos que "idealmente" la información puede recibirse por distintos canales: logística, ventas, Laboratorios, etc. Al final vemos que ninguno de estos canales permite obtener la información o - si algo llega - es completamente insuficiente. Lean Manufacturing insiste mucho en caminar el proceso (un día en la vida haciendo una labor determinada). ¿ Si esto no se "camina", entonces cómo sabríamos que la data no llega por estos canales? Trabajar en mejora continua significa internalizar los procesos, entenderlos y luego tratar de ver si se puede realizar una mejora.

6. Respecto a la data en el futuro: el método GPS es lo que actualmente se está desarrollando y es obvio que dentro de algunos años llegará gran cantidad de data desde todos los puntos vitales del equipo. El negocio se desplazará a dar servicios en línea y mantenimiento proactivo en base a pronósticos (es decir: la falla será prevista). ¿tenemos algún estudio para llegar a ese nivel antes que la

competencia?¿en cuánto tiempo llegaremos a ese nivel? Si alguien tiene dudas: **la carrera ya empezó**. La calidad es un tema primordial para competir. La calidad se sustenta en conocimiento y el conocimiento reside en las personas. ¿estamos haciendo lo adecuado en los colegios y universidades? Sabemos que no.

7. La organización nunca validó que el [software-Pronosticador] sea viable para la empresa. En el análisis de costo comparado, el resultado económico excesivo permitió tomar decisiones de inmediato (**proceso inviable**). La importancia de manejar la parte económica de los proyectos es que las decisiones se hacen evidentes y fáciles de tomar. Ignorar la parte económica nos conduce a perder el horizonte del negocio.
8. Es interesante ver que una solución “sencilla” como es la media móvil puede acercarse bastante a ser una solución final; he ahí que el concepto de manufactura esbelta (empezar por lo sencillo) nuevamente se impone ante soluciones más complejas.
9. Es importante resaltar que uno de los temas de mayor importancia que liga la filosofía de la Mejora Continua con la realidad es justamente el manejo conceptos sencillos. Se trata de descartar la complejidad *‘per se’*. Los últimos años buscamos soluciones complejas

sin antes revisar si los métodos simples son suficientes: este es el segundo punto que nos interesa dejar en claro en esta tesis, “los métodos sencillos funcionan”, y la sugerencia de utilizarlos – normalmente se recibe de los usuarios finales. Recordemos el aconismo Inglés: **KISS** (Keep It Simple and Stupid / manténgalo simple y sencillo).

RECOMENDACIONES

1. Lean Six Sigma es una herramienta evolucionada aplicable a la mejora de los procesos y la calidad, es muy potente pero no por eso deja de ser falible; por ejemplo en el campo de la informática sólo puede utilizarse en los niveles avanzados de los procesos. En Desarrollos se recomienda usar CMMI y en Tecnologías de la Información ITIL; ambas son metodologías de partida, cuando aún no existen los procesos o aún están en sus inicios.
2. En los procesos administrativos es muy difícil de medir el tiempo de creación de valor o de pérdida de valor paso a paso, menos aún si se utilizan procesos informáticos. Lo recomendable es medir el tiempo de generación del producto como un total y sólo acotar los hitos claros donde aparece el producto (o el pseudo-producto).

Es importante también resaltar que muchas veces – siempre hablando de procesos administrativos - las jefaturas ignoran realmente cuál es

su producto final, por lo que resulta penoso tratar de hacer un Mapa de la Cadena de Valor en estas áreas.

El aporte de Manufactura esbelta con el VSM es el entendimiento de los procesos, saber lo que se hace y para qué se hace. Recomendamos fuertemente hacer el VSM a pesar de que en algunos casos el trabajo no pueda llegar al detalle necesario para obtener valores precisos; la comprensión de la existencia de un producto-final permitirá crear una ruta para la mejora.

3. En todo proyecto de mejora lo más crítico es la gestión del cambio; y sólo el compromiso de los usuarios finales permitirá que la mejora se sostenga; he ahí la piedra fundamental para conseguir el éxito. Si las personas no están de acuerdo o no están convencidas el mejor proyecto caerá; de ahí que el primer estudio que debe hacer un Black Belt es en este aspecto. Si desde un inicio existe rechazo a la mejora es mejor esperar hasta un momento propicio, sino el trabajo será en vano.

4. Muchos Gerentes están por el cambio porque piensan que éste no los afectará; es importante también revisar las posibles actitudes de ellos, no es extraño que al final del trabajo ellos prefieran dejar las cosas como están antes de arriesgar a equivocarse o a mostrar que el área no entregaba un buen producto.

5. Uno de los métodos de Pronósticos Simples existentes es el Alisado Exponencial o Suavización Exponencial; en este trabajo se decidió no mostrarlo debido a que el desarrollar del procedimiento concluye en que no se ajusta a las características deseadas. Es decir, no aporta valor al trabajo. En otras palabras, el estudio del método se ha realizado antes de descartarlo.

6. El elemento de proyección es el valor mensual acumulativo respecto a los últimos doce meses (Roll-12); esto significa que para cada mes se tiene el volumen de ventas de los últimos doce meses. Esta variable permite tener valores distintos de cero para clientes con poca frecuencia de compras; la importancia de esta variable es que permite realizar las evaluaciones sin caer en el problema de tener operaciones indeterminadas (divisores igual a cero).

La manera de llevar los cálculos a valores estrictamente mensuales es recurriendo a definir un valor pequeño que lo represente (por ejemplo, definir que US\$10 equivale a cero en general, o que un cliente con compras menores al 1% de su compra promedio mensual se considera como compra nula). Este artificio permitirá realizar todas las evaluaciones sin tener valores indeterminado.

7. **Los modelos ARIMA** se vienen trabajando desde hace más de cincuenta años, su sustento es bastante sólido, pero es muy difícil de automatizar. Una posible línea de estudio puede centrarse en lograr una automatización completa del proceso.

8. **Jerarquía en Lean Six Sigma.** Como se ha mostrado a lo largo de este estudio, LSS es una fusión de dos métodos; pero tiene varios puntos por re-definir; uno de ellos es la estructura organizacional: el Champion, los Black Belts, Green y Yellow Belts aparecen de una manera forzada cuando se piensa que los procesos de mejora se producen a partir de los trabajadores que desarrollan la labor día a día. De la misma manera existe incompatibilidad cuando los proyectos se deciden desde la Gerencia y no desde la línea de trabajo. Lean Manufacturing maneja estos casos bajo otra modalidad (Kaikaku- "cambio radical"). Es importante mejorar la estructura que soporta Lean Six Sigma para enfrentar mejor los diferentes temas de mejora.

9. **La calidad y el futuro en los países emergentes.** Los poderes del mundo están desequilibrados, estamos viviendo un cambio de poder de Occidente (USA- Europa) hacia ASIA (China, Japón y los Tigres del Asia: Singapur, Hong Kong, Taiwán y Corea del Sur). La historia cercana nos muestra que el desarrollo de estos países se inicia copiando y/o produciendo para los países desarrollados; el Perú vive actualmente este mismo momento histórico pero de manera limitada.

La limitante es justamente la calidad; nuestros productos no cumplen estándares o se producen con una mirada pequeña: satisfacer al mercado interno (como si el mercado interno no necesitara calidad). Una mirada con horizonte globalizado nos obliga a trabajar con calidad mundial, poder entregar productos con la calidad requerida en cualquier parte del mundo nos abre un mejor porvenir a todos los peruanos. Crear el Instituto de la Calidad en la UNI que permita llegar a las micro, pequeñas y medianas empresas del país es el reto que nos traza el futuro.

10. **El impacto de conocer al Cliente.** Un tema que no se ha desarrollado en detalle es el conocimiento del Cliente; este es un tema de Marketing relacional, donde se busca conocer de cerca la operación del cliente para fortalecerlo y fidelizarlo; “me compras porque te ofrezco lo que necesitas”. Se necesita un estudio relacionando los códigos de repuestos y modelos de equipos para entender dónde está el gasto-preocupación del cliente. Este estudio permitiría acercarse con soluciones antes que con productos y posibilitaría un acceso más íntimo a la empresa de manera de mejorar las relaciones entre ambos a fin de conseguir un negocio “ganar-ganar”.

11. **El impacto de las variables cualitativas:** mucho de la inversión en mantenimiento de las empresas depende de la afinidad entre Vendedor- Comprador, las políticas de compras son una variable que normalmente no se maneja. Determinar un factor de fidelización, políticas de la empresa y confianza del cliente permitiría desarrollar negocios más sólidos con clientes mejor fidelizados.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

5's : herramienta de Lean manufacturing para mantener el sitio de trabajo en orden.

Antigüedad: Variable del proceso subyacente en el Software Actual .Diferencia entre el año actual y el año de la fecha de fabricación.

ARIMA: metodología para estimar pronósticos; se refiere a series de tiempo Autoregresivo - **AR**, Integrado- **I**, de Medias Móviles- **MA**. Tamnién se conoce como metodología *Box-Jenkinsn*.

As Is: Se refiere al proceso como es hoy: con sus problemas .

Black Belt (BB): El método Six Sigma encarga las mejoras de sus procesos al personal capacitado al que se le asigna el cargo indicado.

Campañas: Se refiere a las ofertas orientadas hacia un tipo de público.

CRM: Customer Relationship Management, es una forma de relacionar a las empresas con sus clientes (conocido en español como Marketing Relacional)

Data fresca: data nueva.

SMU:(service meter unit) más conocido como horómetro del equipo.

Equipo: máquina o motor

Esfuerzo: cantidad de recursos utilizados para lograr un objetivo. En nuestro caso se mide en Horas-Hombre o en dinero (US\$, soles)

Estandarizar: hacer que existan maneras iguales de hacer las cosas, también se puede referir al uso de plantillas o listas de comprobación.

Fábrica: se refiere a la empresa que produce los equipos.

Facturación: documentos que se corresponden con los valores de venta, contiene además los datos del cliente, fecha de la transacción, montos diferenciados por ítem, etc.

Fchi : (fecha de lectura . i-> evento de lectura)

Fecha SMU: fecha y hora en que se produce un evento de lectura de horómetro, debe ligarse a un Nrosérie para que pueda utilizarse.

Fluir: Segunda etapa en la evolución del proceso Lean Manufacturing.

Gate review: reunión de cierre de etapas del Six Sigma; en esta reunión se decide si se puede avanzar en el proyecto o es necesario revisarla.

H: horas

Horas de uso anual: valor que estima las horas que un equipo opera durante el año.

Horómetro del equipo: indicador existente en equipos (SMU) y que controla las horas efectivas en que se encuentra en funcionamiento el motor.

Just in time (JIT): justo a tiempo, se refiere a la gestión precisa de la logística donde los productos llegan en el momento que deben ser utilizados.

Ka: Antigüedad de la máquina (Gráfico)

Kaizen: palabra japonesa (Lean manufacturing) que significa un programa de trabajo de cinco días con un propósito específico planeado.

Kanban: palabra japonesa (Lean manufacturing) que significa que los procesos se inician con indicadores visuales.

Ke: diferencia entre el motor estándar y el real (en nuestro caso=1)

Kms: factor que proviene del modelo y la severidad del trabajo efectuado (obtenido por defecto)

Lean Manufacturing: manufactura esbelta, grupo de mejoras que desarrolló la fábrica de Toyota en Japón a partir de 1945.

Lean Six Sigma [LSS]: unión de dos metodologías de mejora, Six Sigma y Lean manufacturing.

Mapa de la cadena de Valor : (VSM- value Stream Map) herramienta de trabajo gráfica que contiene Lean Manufacturing , mediante la cual se puede rastrear la ganancia de valor del producto en cada punto de la línea de producción.

Master Black Belt (Master BB): Jefe de los Black Belts.

Mix (mezclar): Cuarta etapa en la mejora continua de Lean Manufacturing.

Modelo: Los tipos de equipos pueden diferenciarse por algunas características en las mejoras que se hacen por potencia, capacidad de carga o simplemente por año y lugar de fabricación, por ejemplo, Tractorres de orugas: A1, A2, A3...

Nroserie del equipo: Código del fabricante que aparece en los datos de placa y que identifican al equipo como único.

Parque de máquinas: cantidad de máquinas o equipos reunidos de acuerdo al cliente , el modelo, o su centro de operaciones principalmente.

PDCA (Plan, Do , Check, Act): etapas del proceso de calidad que definición Deming.

Poka-Yoke: método de mejora que consiste en diseñar los productos de tal manera que sólo tengan una manera de ensamblarse y de esa manera se eviten fallas desastrozas.

Potencial de Ventas: ventas teóricas posibles.

Producción nivelada (Heijunka) : palabra japonesa (Lean manufacturing) que significa que los procesos están equilibradamente estables, el trabajo es similar para todos.

Pull: tercera etapa en la mejora continua de Lean Manufacturing.

Redes bayesianas: métodos estadísticos para simulación.

Regresión: métodos estadísticos para estimar pronósticos o tendencias.

Six Sigma (6-S): método de mejora creado por Motorola y presentado en 1983.

SMU: valor que indica el horómetro en un evento de lectura y está asociado a una fecha de lectura y a un Nroserie de equipo. Los motores no poseen Horómetro, por lo que sus HUA se evalúan por defecto.

SMUi (service meter unit): Horómetro en la fecha de lectura- i.

Software-Pronosticador: Aplicación que se usa en La Empresa para estimar las ventas potenciales.

Stakeholders: principales jefaturas relacionadas.

Tipo de equipo: Los diferentes equipos se pueden dividir por modelos según la labor y características físicas que presentan: tractor, motoniveladora, camiones, cargador frontal, etc.

Tipo de trabajo: normalmente se clasifica como liviano, medio, sobrecarga (ó 1, 2, 3)

Tipo de uso

To Be: referido a los procesos “como deben ser”, mejorados, esperados en el futuro.

Transformación rígida: transformación matemática que se corresponde con una constante numérica fija.

Verificación de Proceso (Jidoka): palabra japonesa (Lean manufacturing) que significa que el proceso está validado.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- | Item | Descripción |
|------|--|
| L01 | Ávila Reyes,Elizabeth/Martínez Ruíz,Héctor/ : Metodología de la Investigación , México, DF, CENGAGE Learning TM, Agosto 2009. ISBN-10: 607-481-024-9 |
| L02 | Cavanagh,Roland R./ Pande,Peters S./ Neuman,Robert P. : Las claves prácticas de Seis Sigma Una Guía Dirigida a los Equipos de Mejora de Procesos ; España 2004; McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U. |
| L03 | Córdova Zamora,Manuel : ESTADISTICA descriptiva e Inferencial (quinta edición);Lima - Perú 2003; Distribuidora, Imprenta, Editorial Moshera S.R.L. |
| L04 | Evans,James R./ Lindsay,William M.: Administración y control de la calidad , 7a. Edición; México, D.F. 2008 , CENGAGE Learning. |
| L05 | Fleming, Lee/Larrea, José Luis/Peters, Tom/(otros)/: innovar o desaparecer, ocho aportaciones esenciales de los grandes gurús del management ; Barcelona -España 2008; Ediciones DEUSTO. |
| L06 | Georg,Michael L.: Lean Six Sigma: combining Six Sigma quality with lean speed ; USA 2002, George Group- Mc Graw-Hill. |
| L07 | Georg,Michael L.: THE LEAN SIX SIGMA POCKET TOOLBOOK ; USA 2005, George Group- Mc Graw - Hill. |
| L08 | George,Michael L.: Lean Six Sigma For Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions , USA 2003 ; McGraw-Hill |
| L09 | Hanke,John E./ Wichern, Dean W.: PRONOSTICOS EN LOS NEGOCIOS , México 2010; PEARSON ,9na edición, 2006. |
| L10 | Ing. Dasa Portocarrero,Jorge F. : Estadística aplicada con Microsoft ; lima Perú 2006; Grupo Editorial Megabyte S.A.C. |
| L11 | Kim,W. Chan: LA ESTRATEGIA OCEANO AZUL, Cómo desarrollar un nuevo mercado donde la competencia no tiene ninguna importancia ; Bogotá,Colombia -2005. Grupo editorial Norma. |
| L12 | Liker,Jeffrey K./ Meier,David P.: EL TALENTO TOYOTA, desarrolle a su gente al estilo Toyota ; México, D.F. 2008; McGraw-Hill/Interamericana. |

- L13 Maletta, Héctor : **EPISTEMOLOGÍA APLICADA: Metodología y técnica de la producción científica**; Lima-Perú 2009; CIES-Consortio de investigación económica y social, CEPES – Centro Peruano de Estudios Sociales, Universidad Del Pacífico – Centro de Investigación.
- L14 Porter,Michael E.: **ESTRATEGIA COMPETITIVA, Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia** (Vigésimo cuarta reimpresión), Mexico 1997; CECOSA - Compañía Editorial Continental S. A.
- L15 Porter,Michael E.: **SER COMPETITIVO, nuevas aportaciones y conclusiones**; Barcelona- España 2003; Ediciones DEUSTO.
- L16 Pyzdek,Thomas: **The Six Sigma Handbook, A Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts and Managers at All Levels** ; USA 2001, McGRAW-HILL.
- L17 SSA, Six Sigma Academy: **The Black Belt Memory Jogger, A Pocket Guide for Six Sigma Success**; USA -Salem 2002; GOAL QPC.
- L18 Villaseñor,Alberto/ Galindo,Edber: **Manual de Lean manufacturing.Guía básica**; LIMUSA: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; México 2011.

Tesis e Investigaciones

- | Item | Descripción |
|------|--|
| T01 | Tesis PHD- CRONEMYR,PETER: Six Sigma Management, Action research with some contributions to theories and methods ; CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Division of Quality Sciences, Department of Technology Management and Economics; Göteborg, Sweden (2007)
[http://web.telia.com/~u12207788/Cronemyr-PhD-thesis.pdf] |
| T02 | Tesis Doctoral- Daza Sánchez,Francisca: "Demanda de Agua en Zonas Urbanas en Andalucía" , Universidad de Córdoba, Departamento de estadística, Econometría, I.O.; y Organización de Empresas; 2008, Tema relacionado: (Capítulo 6.3) Modelos ARIMA.
[http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/279/9788478019281.pdf?sequence=1] |
| T03 | Tesis Doctoral-Serrano Lasa, Ibon : Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos , Universitat de Girona Abril 2007, Tema relacionado: Mapa de la cadena de Valor.[http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7957/tibl.pdf?sequence=1] |
| T04 | Thesis Master of Science- Stephen,Philip: Application of DMAIC to integrate Lean Manufacturing and Six Sigma ; Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia USA -2004, Tema relacionado: Lean Six sigma, Lean manufacturing, Six Sigma - DMAIC.
[http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-06152004-123300/unrestricted/thesis.pdf] |
| T05 | Diploma thesis - Bauch, Christoph: Lean Product Development: Making waste transparent; PRODUCT DEVELOPMENT , Massachusetts Institute of Technology-USA;2004, Tema relacionado: Manufactura esbelta.
[http://lean.mit.edu/component/docman/cat_view/75-theses/327-2004-theses?Itemid=776] |
| T06 | Informe de Competencia profesional- Díaz Vásquez,Ronald Jesús: Mejora de la Recuperación de Molibdeno ; Universidad nacional de Ingeniería, Lima-2008;Temas relacionado: Método Six sigma.[http://www.figmm.uni.edu.pe/tesis/met_six_sigma.pdf] |

Cursos, Documentos , Otros.

- | Item | Descripción |
|------|--|
| K01 | Bauch,Christoph: Lean Product Development: Making waste transparent , 2004: PRODUCT DEVELOPMENT. -Technical University of Munich. |
| K02 | Cutcher,Joel -Gershenfeld: ESD.60 - Lean/Six Sigma Systems, MIT Leaders for Manufacturing Program (LFM) ; curso Masachussets Institute of Technology; http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-660-introduction-to-lean-six-sigma-methods-january-iap-2008/index.htm |
| K03 | Devane, 2004; "Integrating Lean Six Sigma and High-Perfomance Organizations: Leading the charge toward dramatic, rapid and sustainable improvement" , 2004, Pfeiffer. |
| K04 | Gonzáles Casimiro,María Pilar: Análisis de Series Temporales: Modelos ARIMA , 2009; Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.(www.sarriko-online.com).País Vasco |
| K05 | Mauricio,José Alberto: Análisis Univariante de Series Temporales , 2007 , Universidad Complutense Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Econometría III-Tema1(http:// www. ucm. Es / info / ecocuan) |
| K06 | McManus,Hugh /Murman,Earll M./Rebentisch,Eric: MIT Lean Aerospace Initiative ; curse of Massachussets Institute of Technology; http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-660-introduction-to-lean-six-sigma-methods-january-iap-2008/ |
| K07 | Nightingale,Deborah: Integrating the Lean Enterprise16.852J/ESD.61J ; curse of Massachussets Institute of Technology; http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-852j-integrating-the-lean-enterprise-fall-2005/ |
| K08 | Smith B: Lean six sigma - A One-Two Punch ; Quality Progress,vol.36,no. 4, pp. 37-41. |

ANEXOS

A01 TABLA DE NIVELES SIX SIGMA

A02- LOS 14 CONCEPTOS TOYOTA

A03 MANUFACTURA ESBELTA (ver Disco)

A04 SIX SIGMA(ver-Disco)

A05 SIMULADOR

A06-CANTIDAD DE DATOS "FRESCOS" NECESARIOS

A07 GRÁFICAS DE LOS DATOS PARA PROYECCIONES

A08 MÉTODO ARIMA (EJEMPLO SIESA)

A01 TABLA DE NIVELES SIX SIGMA

Rendimiento (%)	Defectos por millón de Oportunidad	Nivel Sigma	Rendimiento (%)	Defectos por millón de Oportunidad	Nivel Sigma
6.680	933200	0.000	94.790	521100	3.125
8.455	915450	0.125	95.990	40100	3.250
10.560	894400	0.250	96.960	30400	3.375
13.030	869700	0.375	97.730	22700	3.500
15.870	841300	0.500	98.320	16800	3.625
19.080	809200	0.625	98.780	12200	3.750
22.660	773400	0.750	99.120	8800	3.875
26.595	734050	0.875	99.380	6200	4.000
30.850	6911500	1.000	99.565	4350	4.125
35.435	645650	1.125	99.700	3000	4.250
40.130	598700	1.250	99.795	2050	4.375
45.025	549750	1.375	99.870	1300	4.500
50.000	500000	1.500	99.910	900	4.625
54.975	450250	1.625	99.940	600	4.750
59.870	401300	1.750	99.960	400	4.875
64.565	354350	1.875	99.977	230	5.000
69.150	308500	2.000	99.982	180	5.125
73.405	265950	2.125	99.987	130	5.250
77.340	226600	2.250	99.992	80	5.375
80.920	190800	2.375	99.997	30	5.500
84.130	158700	2.500	99.99767	23.35	5.625
86.970	130300	2.625	99.99833	16.7	5.750
89.440	105600	2.750	99.999	10.05	5.875
91.545	84550	2.875	99.99966	3.4	6.000
93.320	66800	3.000			

A02- - LOS 14 CONCEPTOS TOYOTA

Los conceptos o principios Toyota se entienden por sí solos, cada uno de ellos ha sido aprendido a lo largo de los años y por experiencia directa.

1. ***Toma tus decisiones con una filosofía de largo plazo, incluso si pierdes a corto plazo:*** Es importante definir la misión de la empresa con el objetivo de generar valor para el cliente, la sociedad y la economía. Este paso es fundamental para dirigir la organización hacia un propósito común que es más importante que simplemente ganar dinero.
2. ***Crea un flujo de proceso continuo para capturar los problemas y llevarlos hacia la superficie:*** El diseño de los procesos de trabajo es importante para lograr un alto valor añadido, y reducir el tiempo perdido esperando que otro proceso que termine para poder continuar. Es fundamental poner los flujos a disposición de toda la organización para que se mejoren continuamente y que las personas se desarrollen.
3. ***Usa el sistema de "extracción" para evitar la sobreproducción:*** Este sistema indica de almacenar pequeñas cantidades de cada producto y con frecuencia de reposición sobre la base de lo que el cliente realmente pida.
4. ***Trabaja como la tortuga, no como la liebre:*** Nivelas la carga de trabajo (Heijunka) eliminando los desperdicios, la carga excesiva a las personas y los equipos, y la desigualdad en la planificación de producción.
5. ***Trabaja para obtener una buena calidad la primera vez:*** Sean ellos procesos automatizados o manuales, desarrolla una cultura para detenerse en caso de fallos. En el largo plazo esto beneficiará la productividad.

6. ***Las tareas estandarizadas son la base para la mejora continua y la capacitación de los trabajadores:*** Utiliza un método estable y repetible que produce siempre el mismo rendimiento para mantener la previsibilidad de los procesos. Permite a quien utiliza estos procesos de hacer sugerencias de mejora.
7. ***Utiliza controles visuales para que no se oculten problemas:*** Simplifica el trabajo con indicadores visuales para que las personas sepan si están operando en una condición normal o menos. Siempre que sea posible, simplifica los informes a una hoja de papel.
8. ***Utilice sólo tecnología fiable y probada a fondo:*** Usa la tecnología para apoyar a la gente, no para sustituirla. La nueva tecnología es tal vez inestable y por lo tanto pone en peligro los flujos. Sin embargo, anime a su gente a considerar las nuevas tecnologías a la hora de buscar nuevos enfoques para el trabajo.
9. ***Ayuda a crecer a los líderes que comprenden a fondo el trabajo, vivan la filosofía, y la enseñan a otros:*** Deja crecer los líderes dentro de la empresa. Un buen líder debe entender el trabajo diario con gran detalle para que pueda ser el mejor maestro de la filosofía de la empresa.
10. ***Desarrolla a los talentos y a los equipos que sigan la filosofía de la empresa:*** Enseña a las personas a trabajar juntas como equipo hacia objetivos comunes. El trabajo en equipo es algo que tiene que ser aprendido. Entrena a individuos y equipos excepcionales para lograr resultados excepcionales.
11. ***Respeto a tu red de socios y proveedores ayudándolos a mejorar:*** Ten respeto por tus socios y proveedores y trátalos como una extensión de tu

negocio. Proporcionales objetivos ambiciosos para su crecimiento y desarrollo.

12. ***Toca con tus propias manos para comprender a fondo la situación (Genchi genbutsu):*** Incluso los ejecutivos y los gerentes de alto nivel necesitan ver las cosas por sí mismos, por lo que tendrán una comprensión más profunda de la situación. Piensa y habla después de haber verificado personalmente los datos.
13. ***Toma las decisiones por consenso, lentamente, teniendo en cuenta todas las opciones disponibles. Implementa las decisiones rápidamente (nemawashi):*** Nemawashi es el proceso de discusión de problemas y de sus posibles soluciones con todos los afectados, para recoger las ideas y llegar a un acuerdo sobre un camino a seguir. Este proceso de consenso, aunque consume mucho tiempo, ayuda a ampliar la búsqueda de soluciones disponibles, y una vez que se toma una decisión, el escenario está listo para una aplicación rápida.
14. ***Conviértete en una organización de aprendizaje mediante la reflexión sistemática (hansei) y la mejora continua (kaizen):*** Reflexione en cada hito de un proyecto para identificar abiertamente todas las carencias padecidas. Desarrolle contramedidas para evitar los mismos errores otra vez.

A05 SIMULADOR

El Software-Pronosticador realiza evaluaciones para estimar los valores de venta anuales (YTD: Year to day / últimos 12 meses) con la fórmula indicada.

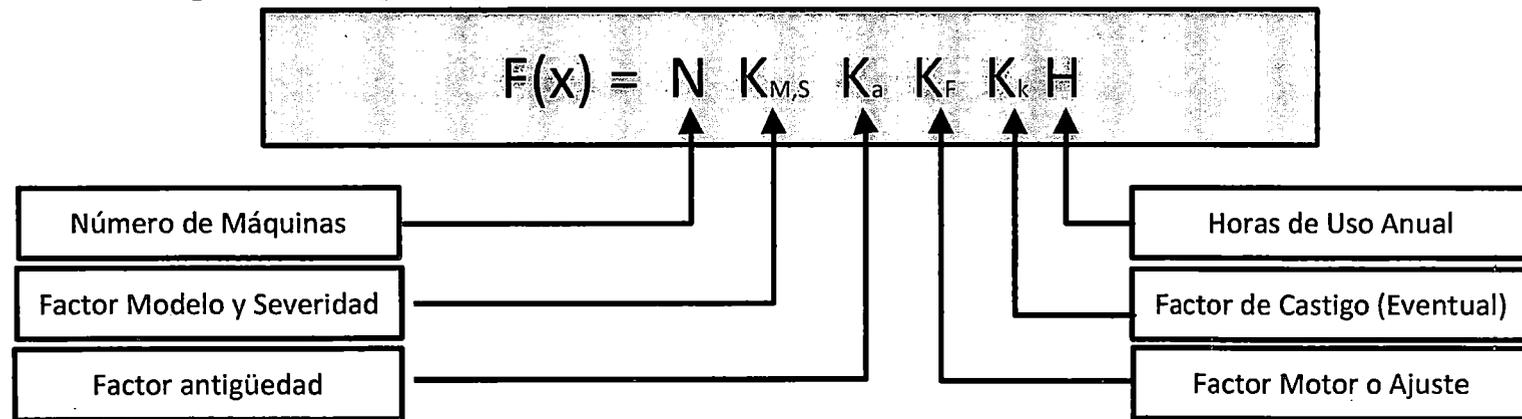
Es imposible realizar pruebas con el software sin alterar la data en las bases de datos de La Empresa.

La fórmula ha sido reconstruida con documentos de FABRICA (desarrollador de la aplicación) y por los datos de Marketing-Pronósticos.

La información encontrada indica que el valor de Horas de Uso Anual (HUA, en la fórmula 'H') son las que ocasionan la distorsión.

Es necesario validar que la fórmula es correcta y que podemos reproducir los valores de salida para validar el problema del Software-Pronosticador.

Una vez validado el problema, se puede proceder a buscar una solución .



F(x) : Oportunidad de Venta, calculado con las variables indicadas.

N : Número de máquinas. En nuestro caso se aplica la unidad (1) porque se trabaja equipo por equipo.

Km,s: factor que relaciona el modelo y la severidad de la aplicación (Severidad: [1]-Baja, [2]-Normal, [3]-Extra)

Ke: factor de motor (cuando se trata de máquina) .

Kk : Factor de castigo, cuando por algún motivo el cliente no compra lo que se estima.

H : Horas de uso Anual (HUA).

Las Horas de Uso anual se calculan a partir de los horómetros (Service Meter Unit- SMU) existentes en la cabina del operador. En dos ocasiones distintas del año se toma la referencia del equipo: SMU, Fecha, NroSerie.

$$HUA = \frac{(SMU2 - SMU1) * 365}{(FechaNúmero2 - FechaNúmero1)}$$

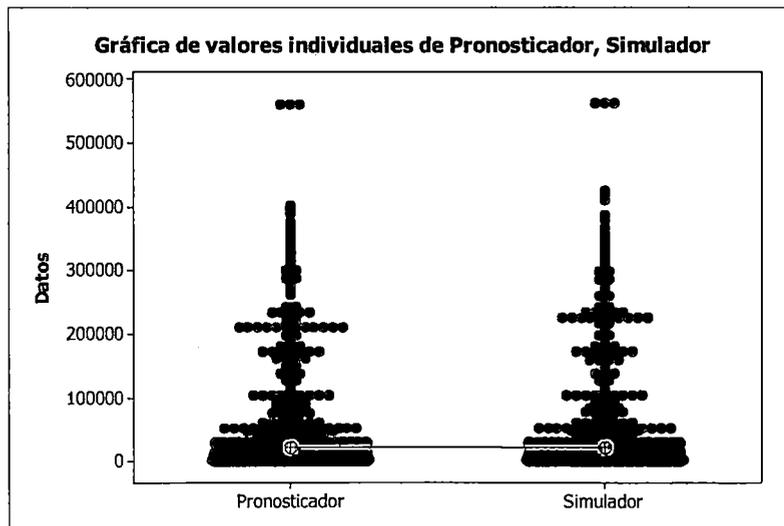
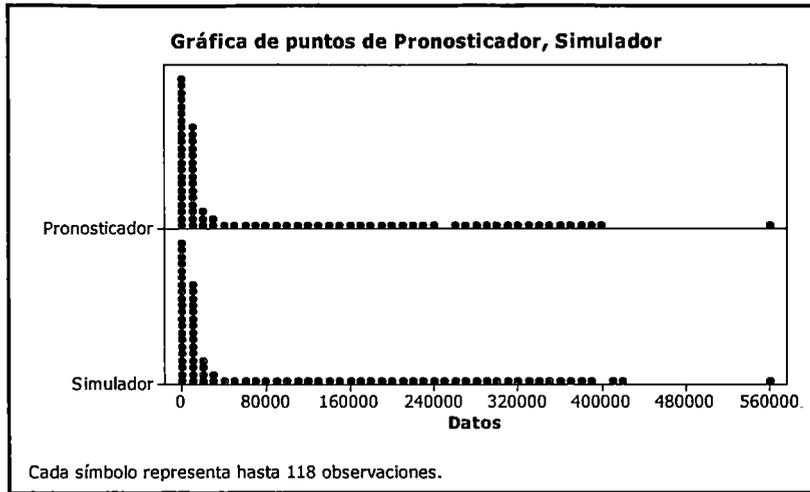
El subíndice 1,2 indica el momento en el año en que se toma el dato, se relaciona a una fecha (fechaNúmero se refiere al equivalente numérico de la Fecha real utilizado en las computadoras, o si se prefiere " (FechaNúmero2 – FechaNúmero1) " es la diferencia de días entre ambas fechas). La constante 365 está referido al número de días del año, sirve para "anualizar" el valor.

A continuación presentamos un extracto de la tabla de evaluación para comparar el SIMULADOR con el pronóstico realizado con la aplicación de FABRICA; los resultados relativos son bastante pequeños. El siguiente paso consiste en validar que ambas evaluaciones son "estadísticamente iguales".

Tabla de Comparación de valores entre el Software-Pronosticador y el SIMULADOR.

Código	Segmento	Eqp Ty E/M	Edad en años	Horas Uso Anual Cliente	Horas Uso Anual PTOS	HUA Utilizadas en SIMULADOR	Total Repuestos USS- (Software-Pronosticador)	K _a	K _{mt}	K _b	Castigo	Valores Simulador (USS-Simulador)	Diferencia relativa (Sim-Pronostico)
2000199	CONSTRUCCIÓN	M	10	0	1408	1408	7825	1.0000	10.1700	0.5800	1	8305.23	0.061
0400475	MEDIANA MINERÍA	M	10	444	0	444	3097	1.0000	12.7200	0.5800	1	3275.65	0.058
0021234	CONSTRUCCIÓN	M	10	2400	0	2400	13344	1.0000	10.1700	0.5800	1	14156.64	0.061
0102250	HID. Y ENERGIA	M	9	0	1769	1769	9552.6	1.0000	10.1700	0.5300	1	9535.09	-0.002
0021234	CONSTRUCCIÓN	M	10	2400	0	2400	13344	1.0000	10.1700	0.5800	1	14156.64	0.061
5500221	MEDIANA MINERÍA	M	10	2000	0	2000	16752	1.0000	12.7200	0.6600	1	16790.40	0.002
0107244	INDUSTRIA	M	10	0	1859	1859	10333	1.0000	10.1700	0.5800	1	10965.50	0.061
8000812	CONSTRUCCIÓN	M	9	0	1408	1408	9826	1.0000	12.7200	0.5800	1	10387.66	0.057
2000587	COM. Y SERV.	M	7	2431	0	2431	13513	1.0000	10.1700	0.5800	1	14339.50	0.061
0902858	AGRICULTURA	M	6	0	1820	1820	7659	1.0000	7.6600	0.5800	1	8085.90	0.056
0904120	CONSTRUCCIÓN	M	5	0	1201	1201	8381	1.0000	12.7200	0.5800	1	8860.50	0.057
3904120	CONSTRUCCIÓN	M	4	0	1201	1201	6485.4	1.0000	10.1700	0.5300	1	6473.51	-0.002
0102199	GOBIERNO	M	5	0	1408	1408	5924	1.0000	7.6600	0.5800	1	6255.46	0.056
0400475	MEDIANA MINERÍA	M	5	242	0	242	1686	1.0000	12.7200	0.5800	1	1785.38	0.059
8000518	GOBIERNO	M	4	0	1644	1644	6918	1.0000	7.6600	0.5800	1	7303.96	0.056
0400475	MEDIANA MINERÍA	M	4	392	0	392	2732	1.0000	12.7200	0.5800	1	2892.02	0.059
0101975	CONSTRUCCIÓN	M	4	0	1859	1859	10333	1.0000	10.1700	0.5800	1	10965.50	0.061

Prueba de Igualdad



Visualmente podemos observar que de las gráficas de puntos y de valores individuales son similares.

El histograma de diferencias está aglutinando los errores en CERO.

Estadísticamente la diferencia de medias concluye:

Con un índice de confianza de 95%, la prueba "t" concluye con un factor $P_{\text{Pearson}}=0.751 \gg 0.05$, lo cual implica que la hipótesis nula H_0 : "Las medias son iguales" se valida.

De la misma manera, la prueba de Levene para el estudio de varianzas de dos curvas cualquiera también admite un valor $P_{\text{Pearson}}=0.991 \gg 0.05$, nuevamente implica que la hipótesis nula H_0 : "Las varianzas son iguales" se valida.

Entonces, visualmente vemos que las curvas son iguales, las medias y varianzas también son iguales, por lo que concluimos que **"No hay diferencias significativas entre las curvas del Software-Pronosticador y el SIMULADOR, por lo tanto, son iguales estadísticamente"**

ANEXO 06-TABLA DE MODELOS Y CANTIDAD DE DATOS "FRESCOS" NECESARIOS

Item	Tipo eqp	Modelo	Familia
00001	M	112	1
00008	M	130G	2
00015	M	16H	3
00016	M	212B	4
00018	M	225	5
00020	M	236	6
00026	M	312C	7
00027	M	320	8
00044	M	345	9
00055	M	426	10
00061	M	571	11
00062	M	824C	12
00074	M	938G	14
00086	M	966	15
00094	M	988B	16
00098	M	CB224	17
00105	M	CS56	18
00109	M	D3	19
00119	M	D6G	20
00130	M	D8L	22
00134	M	D9H	23
00136	M	EL200B	24
00137	M	M318	25
00140	M	PS360C	26
00141	M	R1300	27
00144	M	TH220B	28

Considerando que un mínimo de datos para una aproximación estadística

Debe estar entre 18 y 30, podemos hacer un estimado de la necesidad de datos:

a) para máquinas :

Mínimo: 28 modelos x 18 datos por modelo = 504 datos

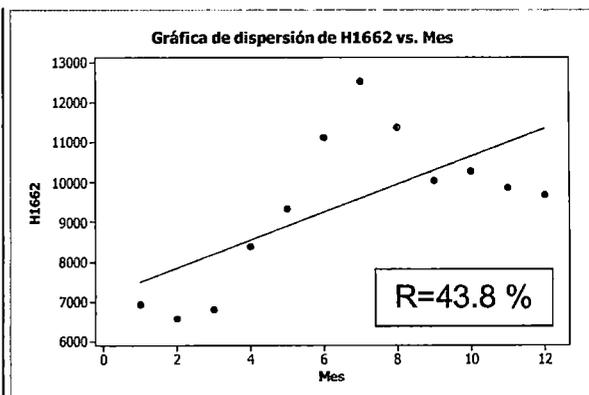
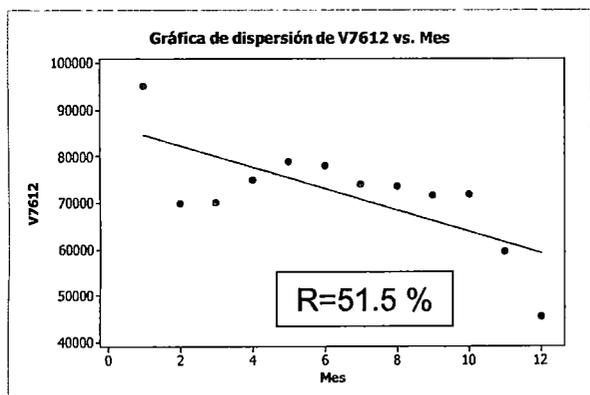
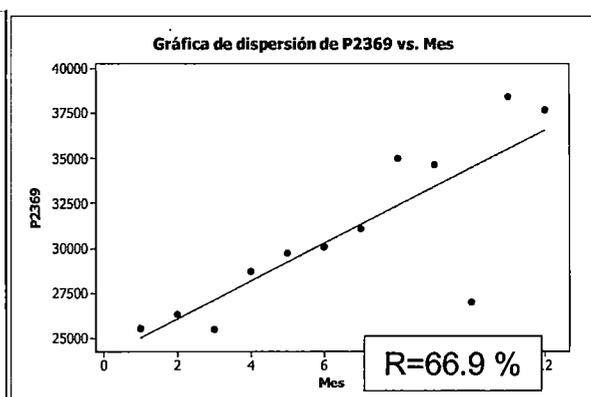
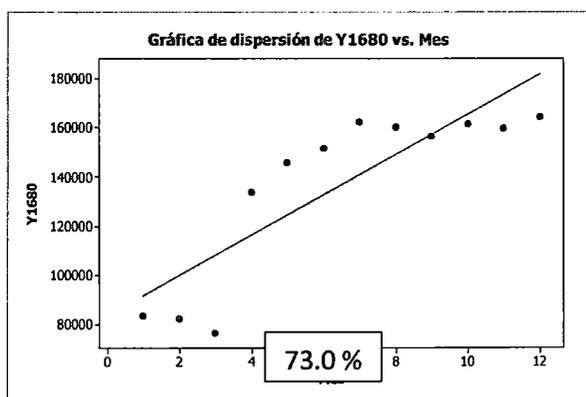
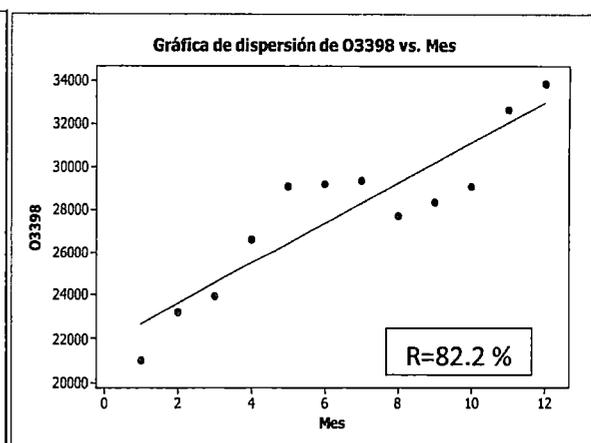
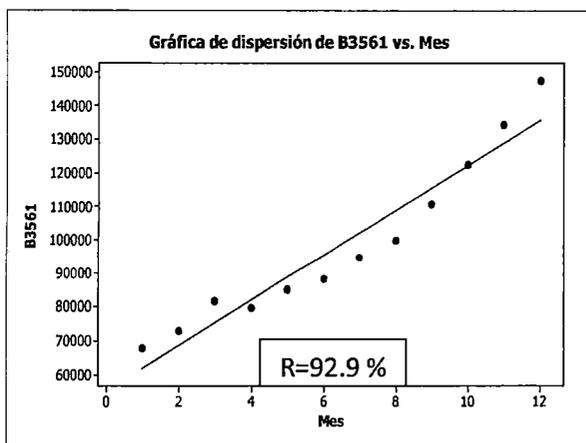
Deseado: 28 modelos x 30 datos por modelo = 840 datos.

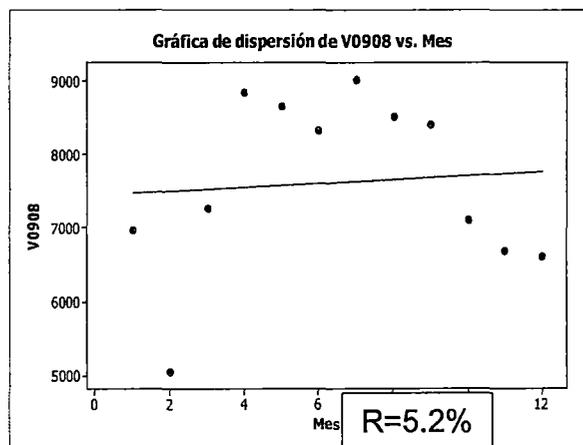
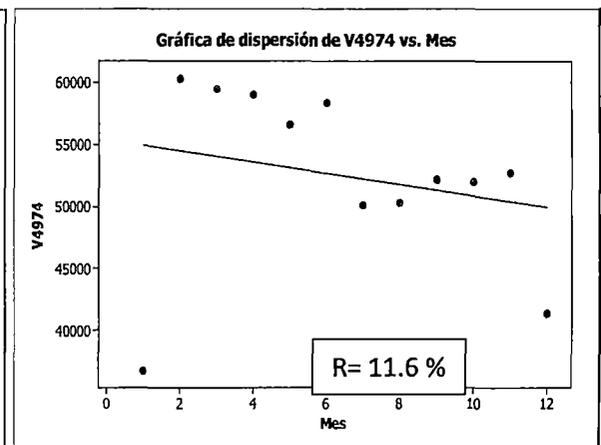
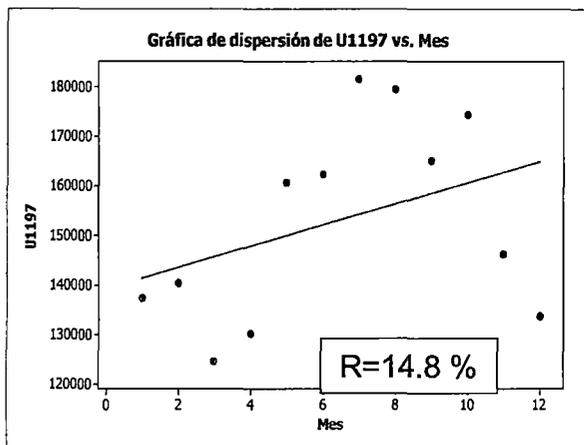
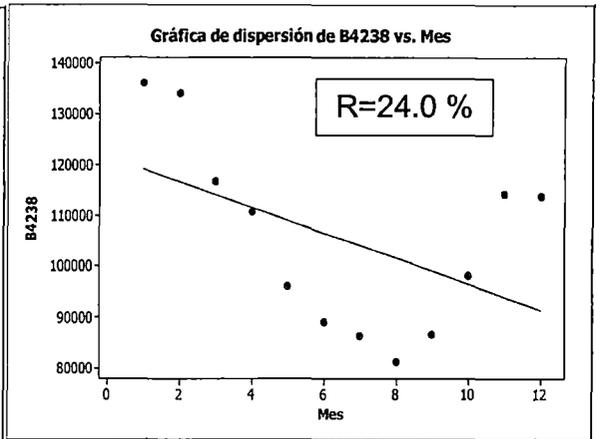
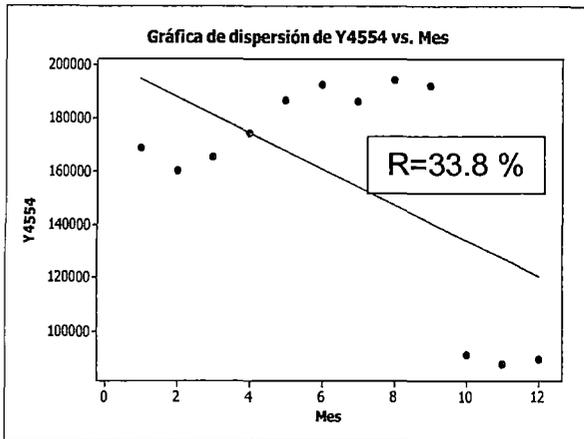
b) para motores, el caso es más crítico puesto que hay demasiados modelos y menor número de ellos:

Mínimo: 27 modelos x 12 datos por modelo= 324 datos

Deseado: 27 x modelos x 30 datos por modelo= 810 datos

A07 Gráficas de los datos para proyecciones





Los datos completos pueden verse en el Disco Adjunto.

ANEXO 08

MÉTODOS ARIMA (AUTO-REGRESIVE INTEGRATED MOVIL AVERAGE)¹-TEORÍA

“Los modelos ARMA y ARIMA fueron introducidos por Wold (1938) combinando los modelos autorregresivos (AR) ya recogidos anteriormente por Yule (1926) y los modelos de medias móviles (MA-Moving Average) indicados por Slutsky (1937) que se puede sintetizar en la búsqueda de dos polinomios de retardos, uno que actúa sobre las observaciones, o parte autorregresiva, y otro que actúa sobre un proceso de ruido blanco o componente de medias móviles.²”

Para describir mejor la metodología presentamos sus diversos componentes.

2.5.9.1 Resumen del Método ARIMA

1ro. El modelo general para describir una serie de tiempo es,

$$Y_t = PSt + at$$

Donde:

Y_t es el valor observado de la variable.

¹ Esta parte del trabajo es explicativo, para una información detallada puede revisarse en particular la siguiente bibliografía: L03, K07, K08, T06 (Se sugiere la lectura en ese orden).

² Tesis Doctoral: Francisca Daza Sánchez, “Demanda de Agua en Zonas Urbanas en Andalucía”, UNIVERSIDAD DE CORDOVA, Departamento de Estadística, Econometría, I.O. y Organización de Empresas, Córdoba 2008, España. ISBN-13: 978-84-7801-928-1

Y_t es el valor observado de la variable.

PS_t es la "parte Sistemática o comportamiento regular" que puede ser estimado con exactitud.

a_t es la parte aleatoria (también denominada innovación, variable idéntica e independientemente distribuídas [IID] con media cero y varianza σ^2 , o ruido blanco)

2do. Modelos Autorregresivos (AR)

El modelo representa el valor presente como un polinomio (composición lineal) de cada uno de sus elementos (donde p tiende a infinito en la teoría y en la práctica es un valor que normalmente se toma como 2 ó 3):

$$Y_t = (\phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p}) + a_t$$

El problema consiste en hallar los factores ' ϕ ' que permitirán evaluar el polinomio.

3ro. Modelos Media Móvil (Moving Average)

Tiene las mismas características del caso anterior, pero el pronóstico se deriva de la parte innovadora, es decir, de la parte aleatoria de la sucesión:

$$Y_t = a_t - (\theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q})$$

$a_t = Y_t - \hat{Y}_t$: residuos o estimaciones del ruido blanco original. El problema consiste en hallar los factores ' \square ' que permitirán evaluar el polinomio.

4to. Modelo ARMA (p, q)

Si ambos métodos pueden predecir a Y_t , entonces, una combinación lineal de ambos también puede hacerlo, por ello, el método ARMA lleva dos parámetros: "p", que proviene de las auto-correlaciones ; y "q" que se origina con el método de las Medias Móviles.

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

Donde:

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$: Coeficientes estimados a partir de los datos.

$a_t = Y_t - \hat{Y}_t$: residuos o estimaciones del ruido blanco original.

5to. Condiciones

Para facilitar el entendimiento de este método sólo hemos mostrado sus características sin entrar al detalle matemático que sustenta su modelamiento.

Como parte de este modelamiento estadístico se definen algunos conceptos y se

da por sentado algunas condiciones de contorno, que en este momento se necesitan explicar y explorar:

a) *Proceso Estocástico Univariante*: secuencia de variables aleatorias ordenadas y equidistantes cronológicamente (estocástico), referidas a una única característica de una unidad observable (univariante) en diferentes momentos o fechas.

b) *Serie Temporal Univariante*: secuencia de N observaciones ordenadas y equidistantes cronológicamente ordenada sobre una única característica de una unidad observable en diferentes momentos (es una muestra de un Proceso Estocástico Univariante).

c) *Objetivo del análisis Univariante de Series temporales*: describir la evolución temporal observada de alguna característica de interés de una unidad observable determinada; y prever la evolución futura (desconocida) a corto plazo.

d) *Condición de Estacionariedad*: es preciso que los procesos estocásticos generadores de series temporales tengan algún tipo de estabilidad, de lo

contrario la serie no podrá utilizarse para predecir valores. En general se puede decir que para que un proceso sea estacionario deben permanecer constantes (cuasi-constantes) su valor medio, el rango de la fluctuación (varianza) y las autocorrelaciones (que miden el grado de asociación lineal entre cada par de componentes de la serie).

e) *Autocorrelación*: es la correlación que existe entre una variable retrasada una o más periodos consigo misma.

f) *Autocorrelación Parcial*: es una medida del grado de asociación lineal entre dos componentes cualesquiera de Y_t separados por un retardo $k \geq 1$ dado, que no se debe a la correlación entre ellos, ni a los componentes que se encuentran entre ellos.

6to. Proceso Integrado de orden "d"

Definición: un proceso Y_t es integrado de orden "d", si Y_t no es estacionario, pero su diferencia de orden $\nabla^d Y_t$ sigue un proceso ARMA(p-d,q) estacionario e invertible.

Visto de otra manera; un proceso no estacionario puede "hacerse" estacionario en media realizando diferencias del tipo: $Y_t^1 = Y_t - Y_{t-1}$, o genéricamente:

$$Y_t^d = Y_t - Y_{t-d}$$

Cuando este es el caso, se supone que las raíces unitarias han sido eliminadas del sistema. Explicando un poco más el sistema; se supone que la ecuación derivada del modelo autorregresivo: $1 - \phi_1x - \phi_2x^2 \dots = 0$ presentará valores que estarán fuera del círculo unitario si son el modelo es estacionario.

La nomenclatura ARIMA (p,d,q) puede explicarse de la siguiente manera: "Contiene un proceso autorregresivo de orden "p", y un proceso de media móvil de orden "q", que ha sido diferenciado en "d" oportunidades, para lograr la estacionariedad".

7mo. Estacionalidad

Cuando una serie tiene un comportamiento estacional (se repite una pauta de comportamiento cada cierto tiempo), las series deben ajustar su modelo ARIMA(p,d,q). Si se considera que el modelo es estacional con un periodo "s", (s=4, serie trimestral, s=12 serie mensual, s=3 serie con impacto cada 4 meses).

Entonces, podemos hablar de una serie ARIMA (p,d,q)x(P,Q)_s

donde (hablando sólo de la parte estacional) el polinomio autorregresivo es de grado P, mientras que el polinomio de medias móviles es de grado Q, ambos con una estacionalidad de "S" meses.

La última parte del modelo es semejante en lo referente a las raíces y la necesidad de diferenciar la serie “D” - veces para conseguir un modelo estacional; según la teoría “D” puede tener cualquier valor, en la práctica $D=[0,1]^3$.

2.5.9.2 Etapas para la aplicación de un modelo ARIMA

- 1. Recogida de datos:** Es recomendable disponer de 50 o más datos, y en el caso de series mensuales, es conveniente trabajar con entre seis y diez años completos de información.
- 2. Representación gráfica de la serie:** Resulta de gran utilidad disponer de un gráfico de la serie para decidir sobre la estacionariedad de la misma.
- 3. Transformación previa de la serie:** La transformación logarítmica es necesaria en caso de serie no estacionaria en varianza.
- 4. Eliminación de la tendencia:** Al observar el gráfico de la serie se comprobará la existencia o no de tendencia. Una tendencia se corregirá tomando primeras diferencias y una tendencia no lineal suele llevar al uso de dos diferencias como mucho.

³ Pilar Gonzáles Casimiro, Análisis de series temporales: Modelos ARIMA. Departamento de Economía Aplicada III (Econometría y Estadística), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad del País Vasco (UPV-EHU) Sarriko-On, España, 2009. ISBN:978-84-692-3814-1

5. Identificación del modelo: Supone determinar el tipo de modelo más adecuado para la serie objeto de estudio, es decir, el orden de los procesos autorregresivos y de medias

móviles de las componentes regular y estacional. Se pueden seleccionar varios modelos alternativos estimarlos y contrastarlos posteriormente, para modelizar definitivamente

la serie.

6. Estimación de los coeficientes del modelo: A partir del modelo elegido se procede a la estimación de sus parámetros.

7. Contraste de validez conjunta del modelo: Se utilizan diversos procedimientos para valorar el modelo o modelos seleccionados: contraste de significación de parámetros,

covarianzas entre estimadores, coeficiente de correlación, suma de cuadrados de errores, etc.

8. Análisis detallado de los errores: Las diferencias históricas entre valores reales y estimados por el modelo son determinantes para una valoración final del modelo.

9. Selección del modelo: Analizando los resultados de las fases anteriores se decidirá sobre el modelo adoptado. Si ninguno de los modelos estudiados nos proporciona resultados suficientemente satisfactorios se reiniciaría el proceso en

la etapa 3, revisando todas las decisiones adoptadas, cambiar de técnica, replantearse los objetivos del estudio o incluso revisar los datos de la primera etapa que pueden contener errores.

10. Predicción: Se tomará el modelo válido como fórmula inicial de predicción. Será necesario comparar las predicciones con los valores ya conocidos y, posteriormente, analizar los errores cometidos.

2.5.9.3 Respecto a las soluciones de modelos ARIMA

Los cálculos de los modelos Arima implican laboriosidad, manejo claro de conceptos y experiencia, los tópicos aquí tratados no tienen la rigurosidad de un estudio matemático ya que el objetivo es más bien explicativo de lo que se busca en la creación del modelo. Actualmente existen varias aplicaciones informáticas que realizan la labor en detalle, las más conocidas son E-views y Minitab. En nuestro caso utilizaremos esta última para mostrar ejemplos y para la parte nuestras aproximaciones (capítulo IV-3).

2.5.9.4 Nomenclatura y uso del Operador y polinomio de retardos

El operador retardo L^p aplicado al valor Y_t de una determinada serie devuelve el valor de esa serie retardado “p” observaciones, es decir:

$$L^p Y_t = Y_{t-p}$$

Un polinomio de retardos de orden "p" $\phi_p(L)$ se compone de una sucesión de "p" operadores de retardos con sus respectivos coeficientes:

$$\phi_p(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p$$

El polinomio de retardos permite abreviar la expresión de un modelo AR(p) escribiéndose:

$$\phi_p(L) Y_t = \phi_0 + a_t$$

La utilidad del polinomio de retardos no es, sin embargo, permitir una notación abreviada: las características del polinomio de retardos o, más concretamente, el valor de sus raíces (las soluciones del polinomio) permiten analizar la estacionariedad del proceso estocástico que subyace al modelo ARIMA. Es decir, los analistas pueden evaluar características relevantes del proceso estocástico que se está modelizando estudiando las propiedades matemáticas del polinomio de retardos, de ahí su utilidad.

ANEXO 10 - MÉTODO ARIMA (EJEMPLO DE EVALUACIÓN)

El método ARIMA no es muy sencillo de aplicar, necesita un estudio importante de sus particularidades y cierta experiencia; todo ello conduce a descartarlo para nuestras expectativas, sin embargo, presentamos un ejemplo para entender mejor la decisión tomada.

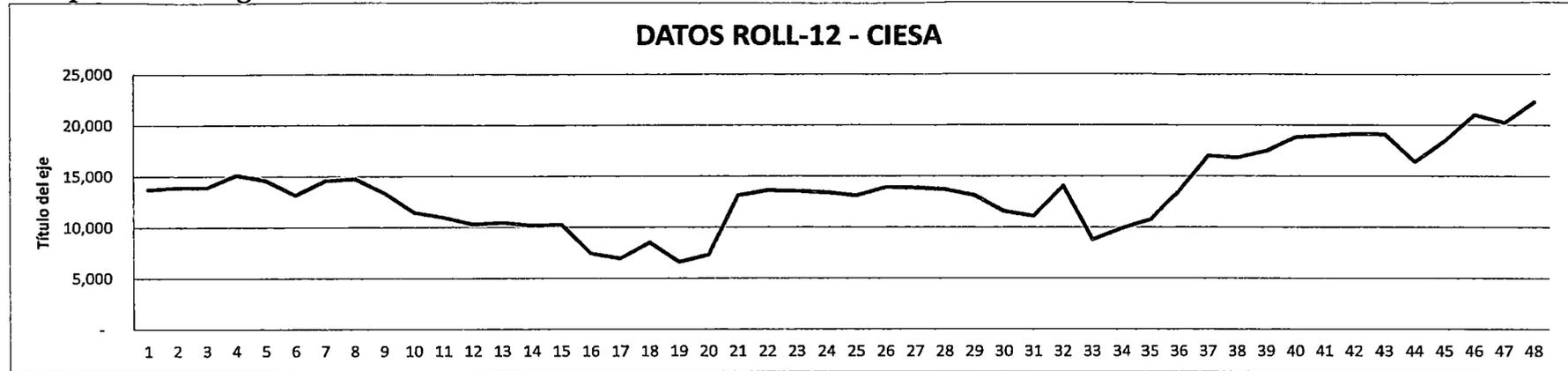
ARIMA: CASO Empresa SIESA / Datos históricos

1. Recogida de datos:

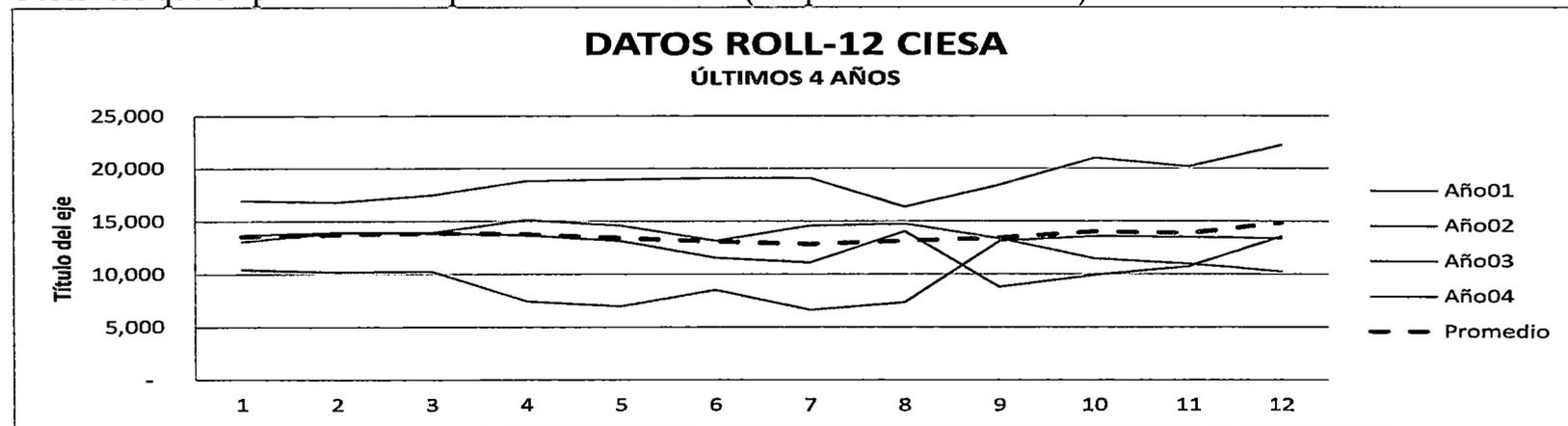
Item	Mes	ValorMes	Roll-12
01	ene-	90.72	----
02	feb-	0	----
03	mar-	2025.27	----
04	abr-	1870.88	----
05	may-	1862.47	----
06	jun-	1173.66	----
07	jul-07	121.9	----
08	ago-	1705.54	----
09	sep-	2054.16	----
10	oct-07	705.58	----
11	nov-	1906.74	----
12	dic-07	164.21	----
13	ene-	278	13,681
14	feb-	0	13,868
15	mar-	3242.37	13,868
16	abr-	1324.83	15,086
17	may-	443.1	14,539
18	jun-	2595.64	13,120
19	jul-08	303.55	14,542
20	ago-	304.14	14,724
21	sep-	143.98	13,322
22	oct-08	213.09	11,412
23	nov-	1222.52	10,920
24	dic-08	352.33	10,235
25	ene-	0	10,424
26	feb-	68.51	10,146
27	mar-	428.99	10,214
28	abr-	847.17	7,401
29	may-	1992.59	6,923
30	jun-	705.88	8,473

Item	Mes	ValorMes	Roll-12
31	jul-09	1008.75	6,583
32	ago-	6091	6,279
33	sep-	630.86	5,975
34	oct-09	133.18	5,831
35	nov-	1105.16	5,618
36	dic-09	40.27	4,395
37	ene-	817.45	4,043
38	feb-	0	4,043
39	mar-	284.65	3,975
40	abr-	279.4	3,546
41	may-	423.17	2,698
42	jun-	243.93	706
43	jul-10	3956.11	11,058
44	ago-	823.97	14,005
45	sep-	1769.01	8,738
46	oct-10	968.56	9,876
47	nov-	3915.26	10,712
48	dic-10	3473.5	13,522
49	ene-	637.44	16,955
50	feb-	651.93	16,775
51	mar-	1638.11	17,427
52	abr-	411.63	18,780
53	may-	597	18,913
54	jun-	206.88	19,086
55	jul-11	1246.86	19,049
56	ago-	2893.19	16,340
57	sep-	4325.02	18,409
58	oct-11	173.48	20,965
59	nov-	5947.67	20,170
60	dic-11	219.29	22,203

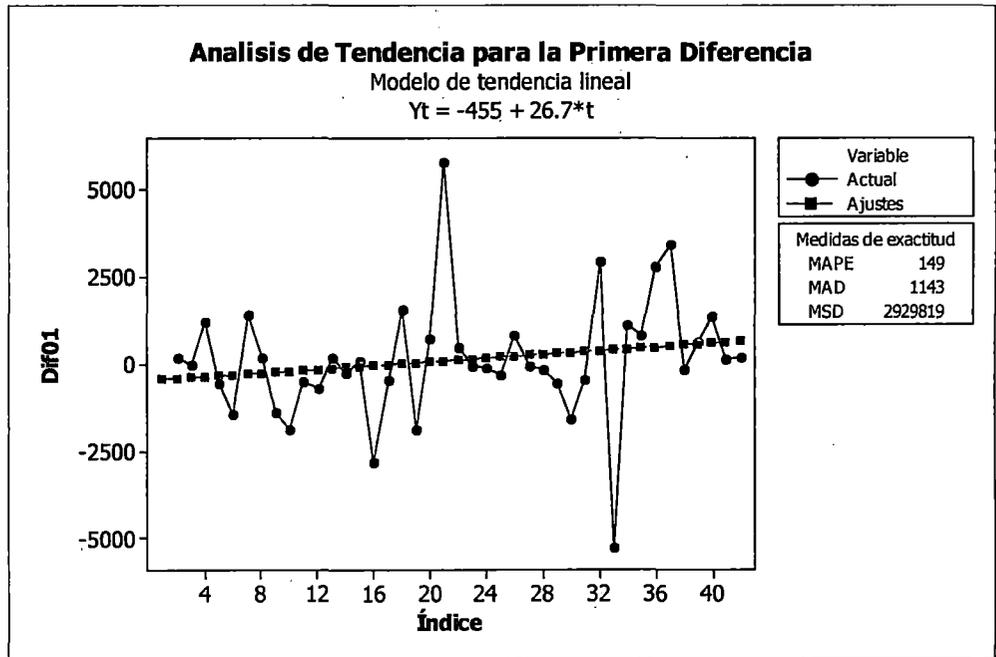
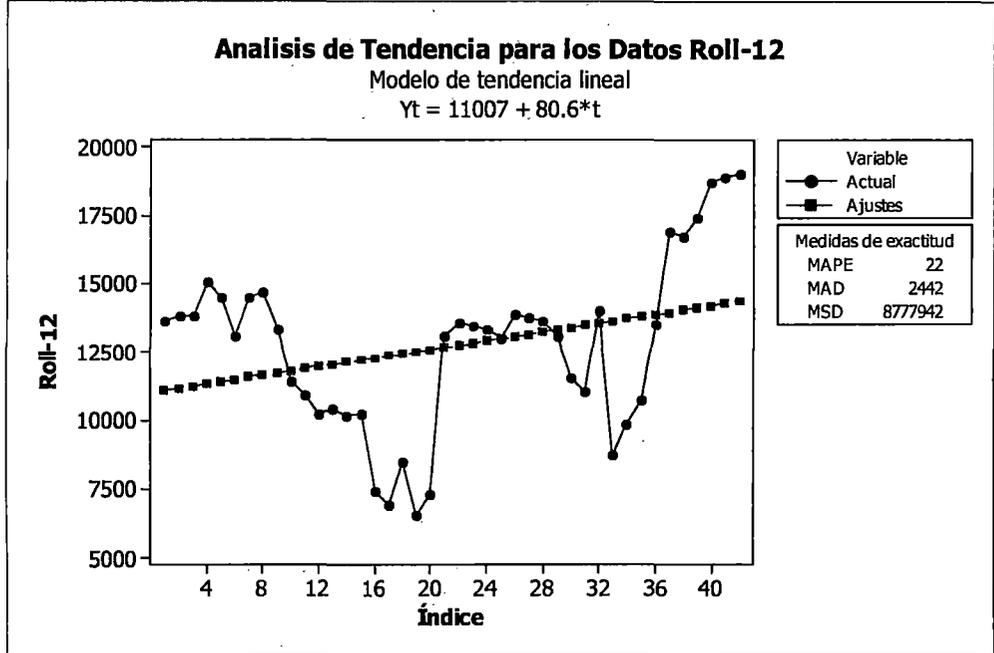
2. Representación gráfica de la serie:



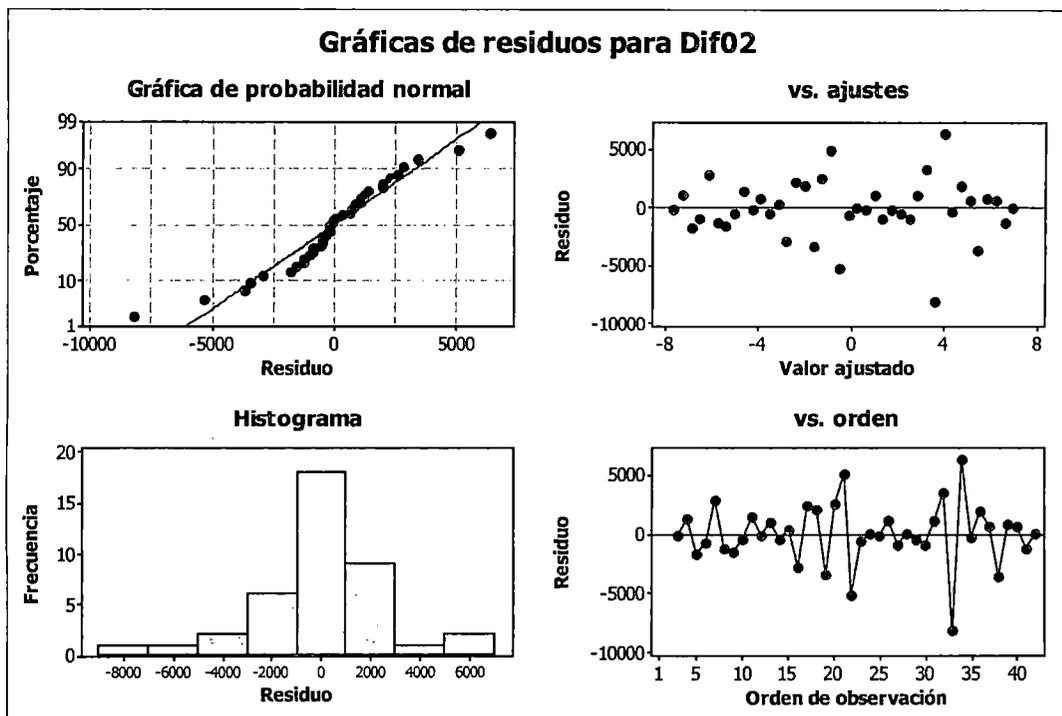
Observese que en promedio no aparece estacionalidad (un pico a través del año).



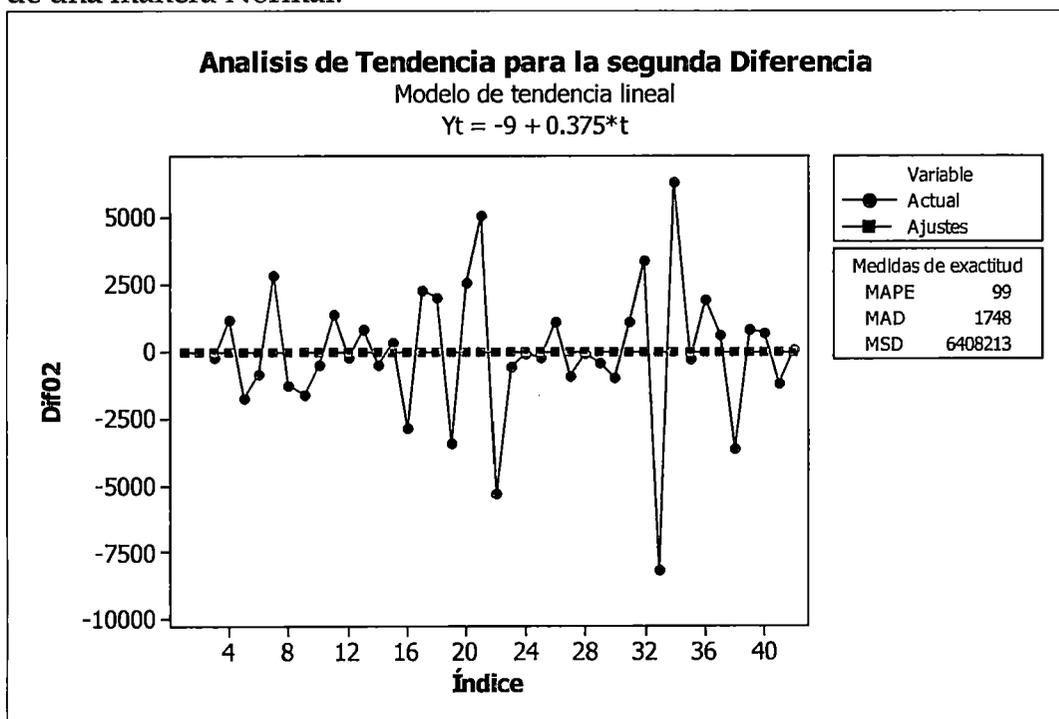
3. Transformación previa de la serie: en este caso no será necesario



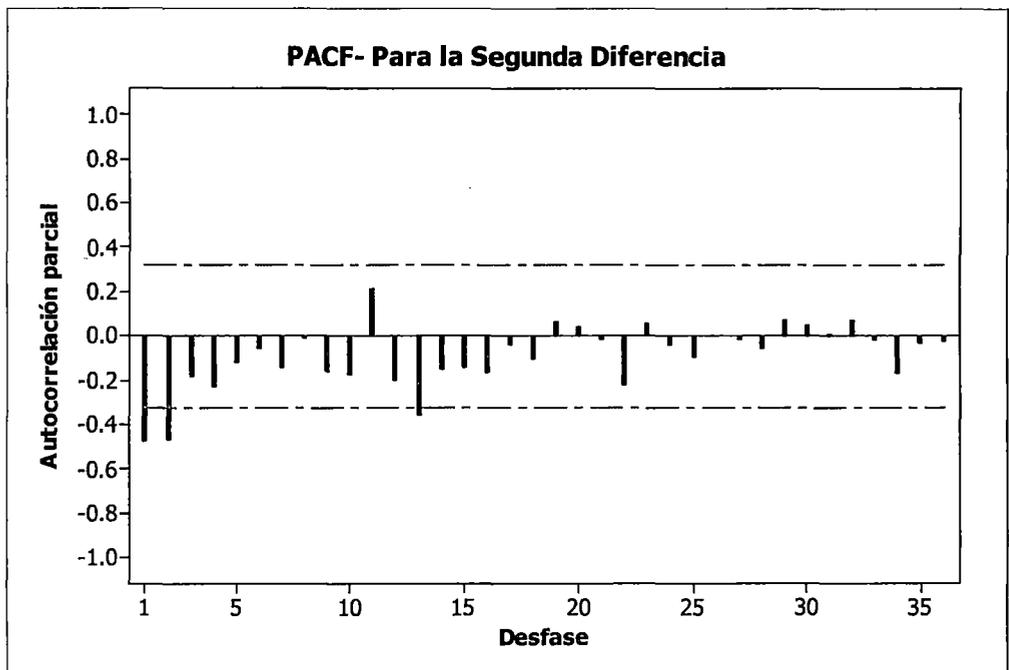
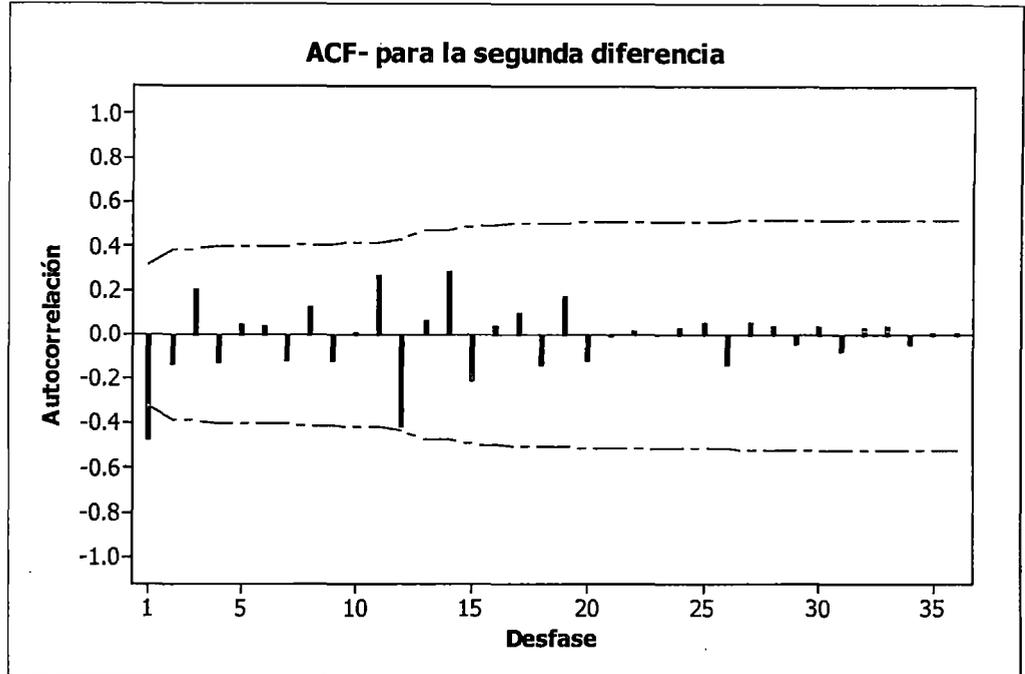
4. Eliminación de la tendencia: se realizan dos diferencias y se eliminó la tendencia, además, los valores se comportan - a simple vista - como una curva NORMAL.



Como se aprecia en el gráfico 4 en 1 se tiene una curva que oscila alrededor del cero (no tiene tendencia) y las diferencias se distribuyen de una manera Normal.



5. Identificación del modelo:

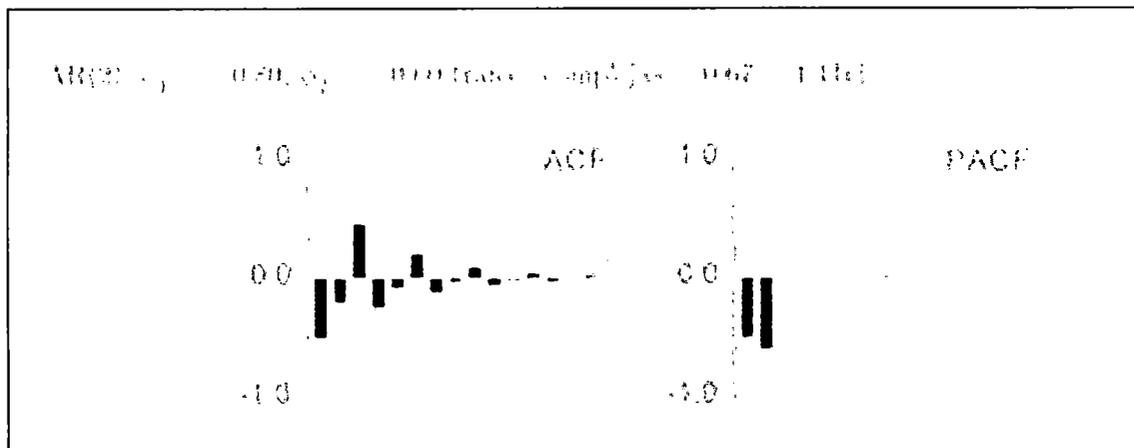


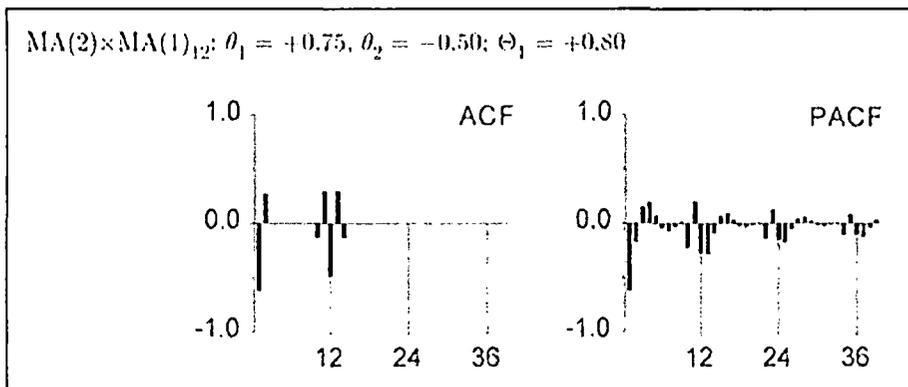
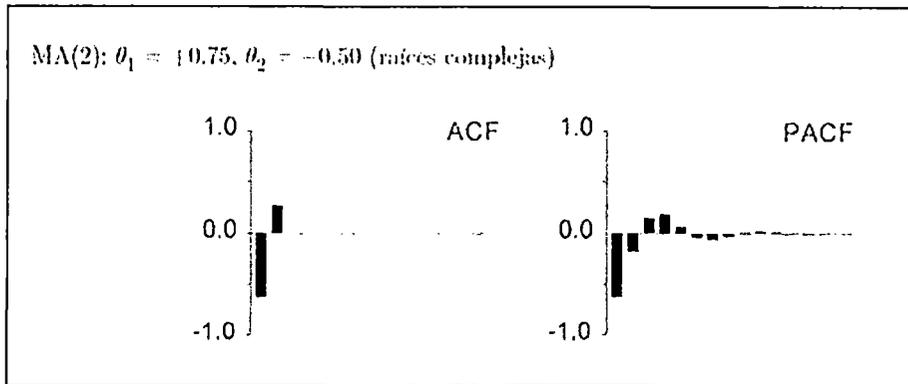
	Autocorrelaciones	Autocorrelaciones Parciales
AR(p)	Se desvanecen	Terminan después del orden p del proceso
MA(q)	Terminan después del orden q del proceso	Se desvanecen
ARMA (p,q)	Se desvanecen	Se desvanecen

Revisando las correlaciones anteriores podemos suponer que una buena aproximación para el modelo ARIMA puede ser:

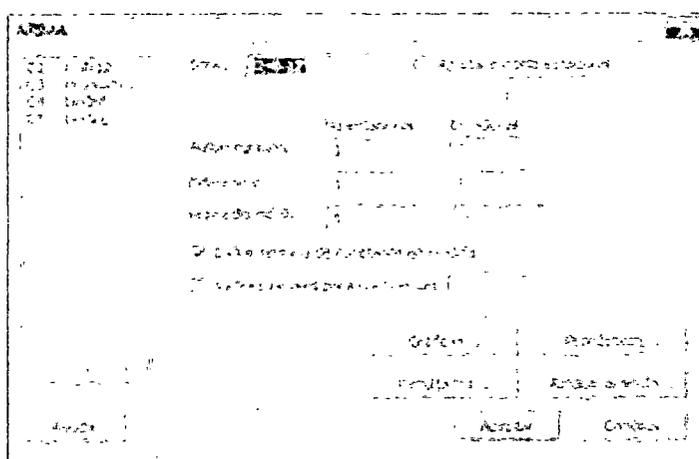
- AR(p) → 2 (Existen dos barras que superan los valores límite)
- d → 2 (Se diferenció dos veces)
- MA(q) → 1 (Existe 1 barra que supera el valor límite)

De los gráficos de





6. Estimación de los coeficientes , Contraste de validez conjunta y Análisis detallado de los errores: la evaluación de cada modelo es laboriosa y demanda mucho tiempo si el trabajo es manual, por suerte el día de hoy contamos con ayudas informáticas como Minitab que nos permite realizar las evaluaciones en minutos; de ahí hemos resumido la siguiente tabla que nos permite seleccionar un modelo que mejor se comporta según los modelos elaborados...



9. Selección del modelo:

Con los datos del Minitab armamos una tabla donde podemos ver los valores que cumplen los requisitos del modelo (Azul) y dónde presentan fallas (rojo). Los modelos pueden ser aproximados y no es necesario ser estricto en el momento de tomar decisiones; además - ante la duda- por norma siempre debe tomarse el modelo más sencillo de evaluar. En nuestro caso, el modelo ARIMA (1,1,1)+K (una variable autorregresiva, una de Media Móvil, una constante y sólo una diferencia permiten encontrar el mejor modelo de predicción).

Modelo ARIMA (p,d,q)	(2,2,0)	(0,2,2)	(2,2,2)	(1,2,1)	(0,2,1)+k	(1,1,1) +k
Modelo	AR(2),d=2	MA(2), d=2	ARIMA(2,2,2)	ARIMA(1,2,1)	MA(1), k	ARIMA(1,1,1),k
Converge	Si	Si	Si	Si	Si	Si
NroIteraciones	8	9	8	9	10	14
Error	4,104,129	3,381,140	3,459,944	3,215,102	3,230,500	3,115,569
p [AR1] <0.05	0.000	----	0.19	0.919	----	0.000
p [AR2] <0.05	0.002	----	0.451	----	----	----
p[MA1] <0.05	----	0.684	0.629	----	0.000	0.000
p[MA2] <0.05	----	0.000	0.197	0.000	----	----
p[Constante] <0.05	----	----	----	----	0.419	0.019
{φ1}	-0.6925	----	-0.7349	-0.0165	----	0.879
{φ2}	-0.4686	----	-0.1375	----	----	----
{θ1}	----	1.023	0.2603	1.0146	0.9849	0.9866
{θ2}	----	-0.0616	0.6886	----	----	----
Constante	0	0	0	0	19.04	15.326
T[AR1]>2.2	-4.82	----	-1.34	-0.1	----	7.44
T[AR2]>2.2	-3.26	----	-0.76	----	----	----
T[MA1]>2.2	----	7.56	0.49	----	8.26	12.5
T[MA2]>2.2	----	-0.41	1.32	33.11	----	----
T[Constante]>2.2	----	----	----	----	0.29	2.44
Chi-Cuadrado						
Desfase 12 >0.05	0.240	0.263	0.258	0.232	0.158	0.15
Desfase 24 >0.05	0.466	0.491	0.567	0.43	0.295	0.325
Desfase 36 >0.05	0.797	0.798	0.848	0.747	0.664	0.569
Desfase 48 >0.05	*	*	*	*	*	*

10. Predicción:

El mismo Minitab entrega los pronósticos . En nuestro caso sólo trabajamos con seis valores dado que es importante contar con la mayor cantidad de datos posibles, las evaluaciones las hemos realizado con 60 datos, pero se pierden 12 al formar el concepto ROLL. Se arma el modelo ARIMA con 42 datos (de preferencia se debería tomar 48-60 datos como mínimo) y guardamos 6 valores para la comprobación.

La Siguiete tabla muestra las proyecciones realizadas con Minitab

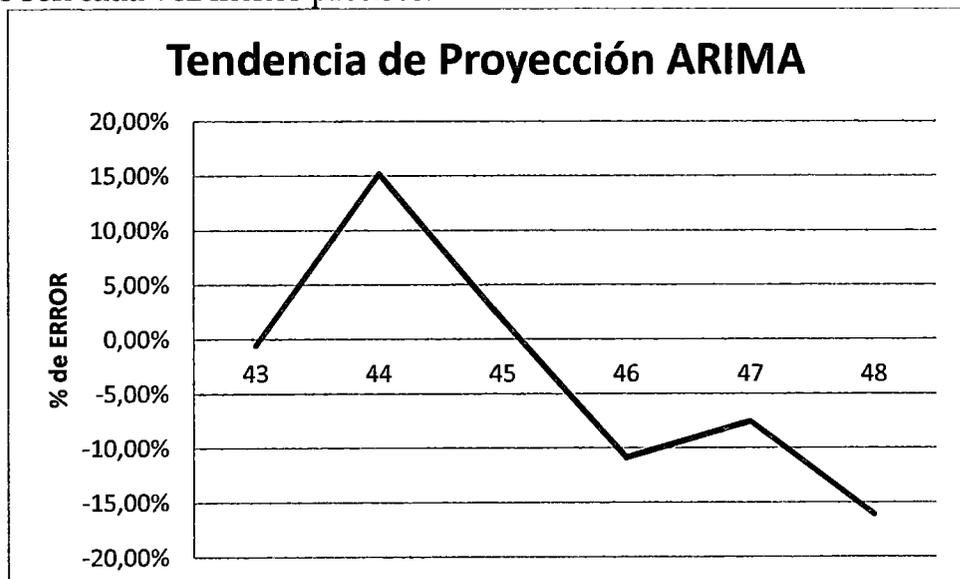
Modelo	(2,2,0)	(0,2,2)	(2,2,2)	(1,2,1)	(0,2,1)+	(1,1,1) +k
Pronostico						
43		19381	19422	19183	19519	18938
44		19668	19625	19281	19971	18823
45		19956	19903	19379	20441	18738
46		20243	20144	19477	20931	18678
47		20530	20402	19575	21440	18640
48		20817	20652	19674	21967	18623
Limite Inferior						
43		15777	15776	15668	15995	15478
44		14629	14455	14387	14950	14186
45		13727	13751	13445	14246	13341
46		12946	12933	12684	13723	12741
47		12238	12306	12043	13321	12302
48		11576	11680	11488	13008	11978
Limite Superior						
43		22986	23069	22698	23043	22399
44		24708	24794	24176	24991	23461
45		26185	26056	25314	26637	24134
46		27540	27355	26270	28139	24614
47		28822	28498	27108	29558	24978
48		30059	29625	27859	30927	25267

Comparación con la realidad: Todo pronóstico se enfrenta a la realidad, en el caso de este método podemos comprobar que se obtiene una precisión bastante buena; como señala la bibliografía los valores más cercanos son mejores.

Item	Real	Proyectado	Precisión	Precisión Positiva
43	19049.4	18938	-0.58%	0.58%
44	16340.15	18823	15.20%	15.20%
45	18409.37	18738	1.78%	1.78%
46	20965.38	18678	-10.91%	10.91%
47	20170.3	18640	-7.59%	7.59%
48	22202.71	18623	-16.12%	16.12%

Promedio	-3.04%	8.70%
Desviación Estándar	11.1%	6.6%

Según el Gráfico de Tendencia Proyectada ARIMA se visualiza que los valores son cada vez menos precisos.



CONCLUSIÓN RESPECTO AL MÉTODO ARIMA:

El interés de mostrar el método ARIMA tiene tres propósitos:

- 1ro Visualizar el grado de complejidad y dificultad para determinar el modelo y evaluarlo; es claro que se necesita un especialista que esté permanentemente revisando los posibles cambios de modelo. La automatización del método también es compleja. La decisión de la

Gerencia de la EMPRESA en tomar un método sencillo esta alineado con nuestro parecer.

- 2do. La segunda intención es mostrar que los datos del modelo simple de regresión lineal permite obtener un valor ROLL con una aproximación muy parecida al del Método ARIMA; con menor esfuerzo, automatizable y es posible que en muchos casos entregue mejores resultados.
- 3ro. El Método ARIMA en esta ocasión entrega valores que permiten pensar que los pronósticos pueden ser mejorados respecto a nuestra solución vía Regresión Lineal; en otras palabras, conforme se obtenga mayor cantidad de datos y un tiempo prudencial para comprender mejor al cliente, podremos determinar modelos más cercanos a la realidad que en el momento actual. Es decir, la mejora continua determinará en un futuro cercano si los modelos de pronósticos deban ser nuevamente estudiados.