

## **7 Resultados de la Investigación**

El presente capítulo presenta los resultados de la investigación de campo. Las variables de investigación serán analizadas utilizando las siguientes técnicas: 1) Análisis descriptivo, 2) Inferencia estadística, 3) Análisis paramétricos, y 4) Análisis multivariante. Al final del capítulo se presentarán las conclusiones relativas a cada una de las preguntas de investigación.

### **7.1 Análisis descriptivo**

El análisis descriptivo consiste en la realización de una serie de procesos estadísticos, que nos ayudarán a obtener información para corroborar nuestra hipótesis principal y dar solución a los cuestionamientos de la investigación así como la solución de algunos objetivos.

Se presentarán diferentes herramientas estadísticas aplicadas, de acuerdo al siguiente orden: 1) Tabla de distribución de frecuencias, 2) Tabla de distribución de frecuencias acumuladas, 3) Histograma de respuestas, 4) Tabla resumen de medidas de tendencia central, 5) Tabla resumen de medidas de dispersión y, 6) Inferencia estadística.

#### **7.1.1 Codificación de los instrumento de recolección de datos**

El instrumento de recolección de datos está diseñado para que el sujeto de investigación conteste las preguntas en base a una tabla de respuestas dirigidas, las cuáles corresponden al procedimiento Lickert, es decir, el sujeto de investigación responderá cada concepto evaluando en una escala de "1" a "5".

El procedimiento Lickert consiste en determinar intervalos de escala impares, y cada uno de los intervalos cuantitativos mantienen una correspondencia cualitativa, por ejemplo: Muy importante equivale a 5, importante equivale a 4, así sucesivamente, hasta no importante equivalente a 1 (véase tabla No. 7-I).

Tabla 7-I. Tabla de codificación de respuestas.

Codificación	Descripción
1	Muy importante
2	Importante
3	Regular
4	Poco Importante
5	No importante

Para los fines de análisis estadísticos, es conveniente codificar las variables bajo estudio, en lo sucesivo, las variables serán identificadas de acuerdo una codificación estándar (véase tabla No. 7-II).

Tabla 7-II. Tabla de codificación de variables.

Codificación	Descripción
SCM	Cadena de suministro
TQM	Calidad total
SMED	Cambio de dados
TOC	Teoría de Restricciones
JIT	Justo a tiempo
Yi	Productividad

### 7.1.2 Tabla de distribución de frecuencias absolutas y acumuladas

La distribución de frecuencias absolutas y relativas es un indicador que nos ayuda a visualizar la densidad de distribución para las variables bajo estudio, así como la distribución acumulada.

Las variables bajo estudio presentan diferentes comportamientos en su distribución acumulada, si la distribución acumulada presenta valores entre 80 % - 100% para las codificaciones Lickert "1" a "2" consideraremos que el impacto es altamente significativo. Si los valores acumulados se presentan entre 60 % y 80 %, consideraremos que el impacto en la productividad es significativo, por otra parte, si los valores de la densidad se presentan menores del 60 %, luego entonces, el impacto en la productividad es moderado. En las siguientes tablas (véase tablas No. 7-III a No. 7-IX) se presentan los análisis de frecuencias absolutas y acumuladas para cada variable bajo estudio.

Tabla 7–III. Tabla de frecuencias para la variable "SCM".

Variable: Cadena de suministro (SCM)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	28	65%	65%
Importante	2	9	21%	86%
Regular	3	4	9%	95%
Poco Importante	4	1	2%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-III) se presenta la distribución acumulada de la variable "SCM", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 86 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto altamente significativo en la productividad.

Tabla 7–IV. Tabla de frecuencias para la variable "TQM".

Variable: Calidad total (TQM)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	18	42%	42%
Importante	2	16	37%	79%
Regular	3	5	12%	91%
Poco Importante	4	4	9%	100%
No importante	5	0	0%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-IV) se presenta la distribución acumulada de la variable "TQM", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 79 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto significativo en la productividad.

Tabla 7-V. Tabla de frecuencias para la variable "JIT".

Variable: Justo a tiempo (JIT)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	16	37%	37%
Importante	2	11	26%	63%
Regular	3	6	14%	77%
Poco Importante	4	9	21%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-V) se presenta la distribución acumulada de la variable "JIT", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 63 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto significativo en la productividad.

Tabla 7-VI. Tabla de frecuencias para la variable "SMED".

Variable: Cambio de datos (SMED)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	14	33%	33%
Importante	2	8	19%	51%
Regular	3	8	19%	70%
Poco Importante	4	12	28%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-VI) se presenta la distribución acumulada de la variable "SMED", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante, alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 51 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto moderado en la productividad.

Tabla 7–VII. Tabla de frecuencias para la variable "TOC".

Variable: Teoría de restricciones (TOC)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	8	19%	19%
Importante	2	15	35%	53%
Regular	3	7	16%	70%
Poco importante	4	8	19%	88%
No importante	5	0	0%	88%
Total		38		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-VII) se presenta la distribución acumulada de la variable "TOC", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 53 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto moderado en la productividad.

Tabla 7–VIII. Tabla de frecuencias para la variable "TPM".

Variable: Mantenimiento de la productividad total (TPM)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	16	37%	37%
Importante	2	13	30%	67%
Regular	3	9	21%	88%
Poco importante	4	4	9%	98%
No importante	5	1	2%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-VIII) se presenta la distribución acumulada de la variable "TPM", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 67 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de esta herramienta tiene un impacto significativo en la productividad.

Tabla 7-IX. Tabla de Frecuencias para la variable "Yi".

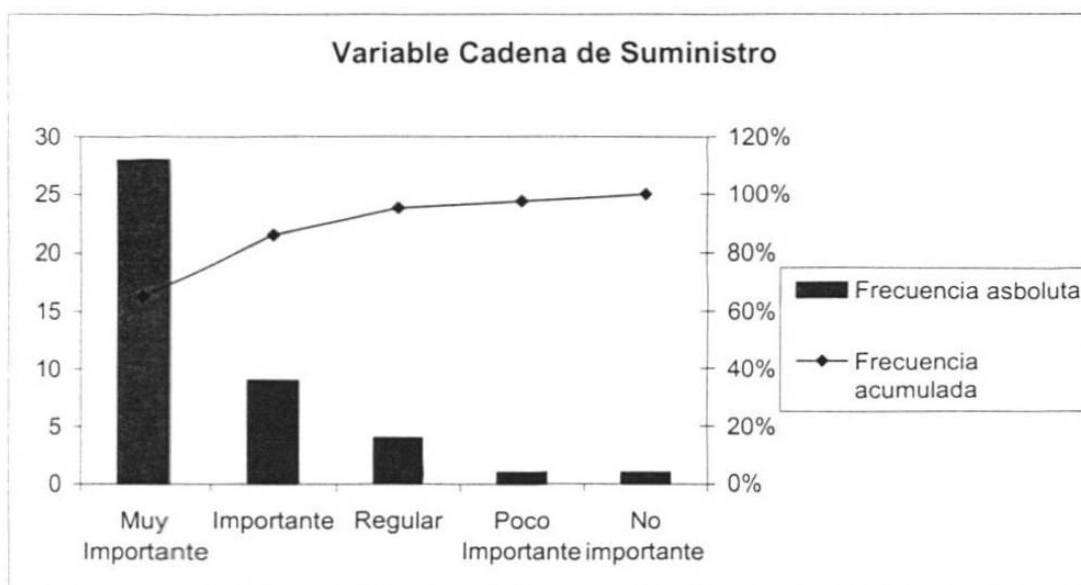
Variable: Productividad (Yi)				
Categorías	Código	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy Importante	1	24	56%	56%
Importante	2	9	21%	77%
Regular	3	10	23%	100%
Poco Importante	4	0	0%	100%
No importante	5	0	0%	100%
Total		43		

En la tabla anterior (véase tabla No. 7-IX) se presenta la distribución acumulada de la variable "Yi", en la cuál se identifica que para las categorías muy importante e importante alcanzan un porcentaje de distribución acumulada de 53 %. Esto indica que los sujetos bajo estudio lograron identificar que el uso de las herramientas de clase mundial tienen un impacto significativo en la productividad.

### 7.1.3 Polígono de frecuencias

La distribución de frecuencias absolutas y relativas es un indicador que nos ayuda a visualizar la densidad de distribución para las variables bajo estudio, así como la distribución acumulada. En las siguientes figuras (véase las figuras No. 7-III a IX) se presenta el análisis correspondiente para cada variable bajo estudio.

Figura 7-I. Polígono de frecuencias para la variable "SCM".



En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "SCM" en la productividad es altamente significativo, pues acumula en su densidad el 86 % del total de las respuestas.

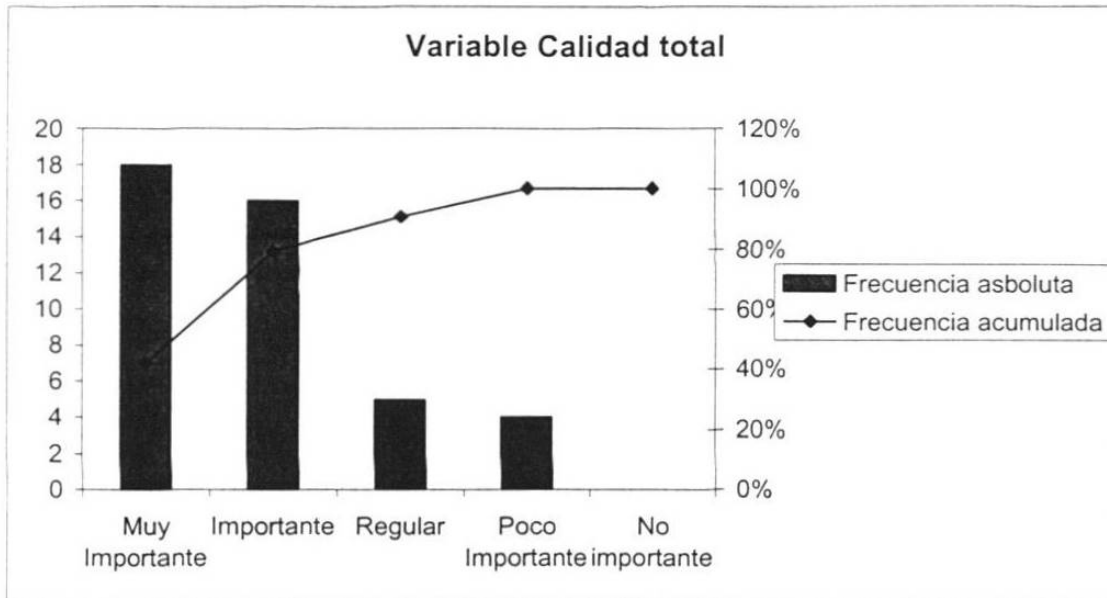
Tabla 7-X. Estadística descriptiva para la variable "SCM".

Variable: Cadena de suministro	
Media	1.558139535
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0.933562699
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	67
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "SCM", en la cual se identifica que la mediana se localiza en "1", lo cual apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es altamente significativo.



Figura 7-II. Polígono de frecuencias para la variable "TQM".



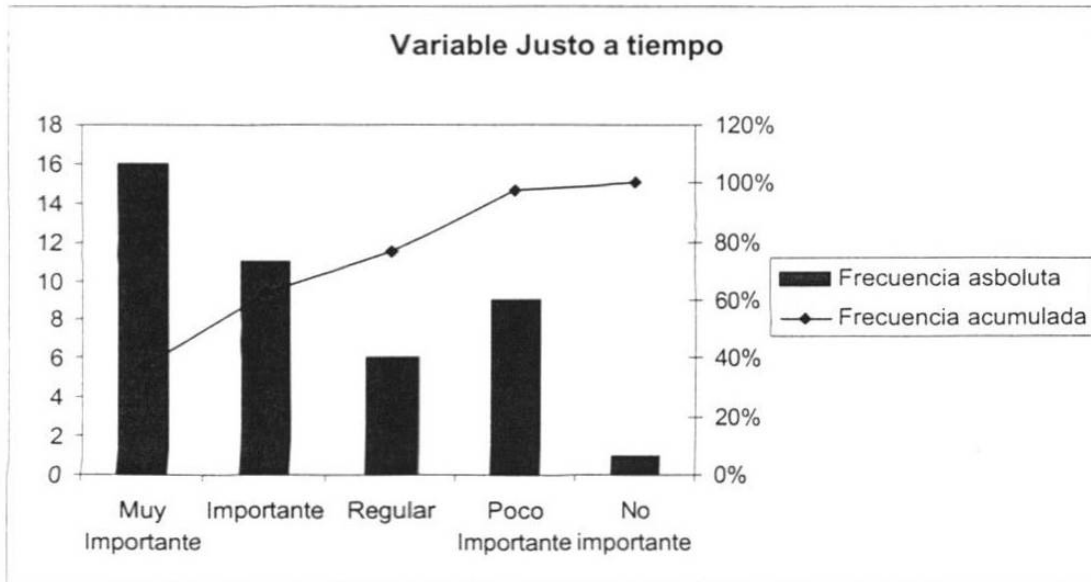
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "TQM" en la productividad es significativo, pues acumula en su densidad el 79 % del total de las respuestas.

Tabla 7-XI. Estadística descriptiva para la variable "TQM".

Variable: Calidad total	
Media	1.88372093
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	0.956414493
Rango	3
Mínimo	1
Máximo	4
Suma	81
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "TQM", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "2", lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

Figura 7-III. Polígono de frecuencias para la variable "JIT".



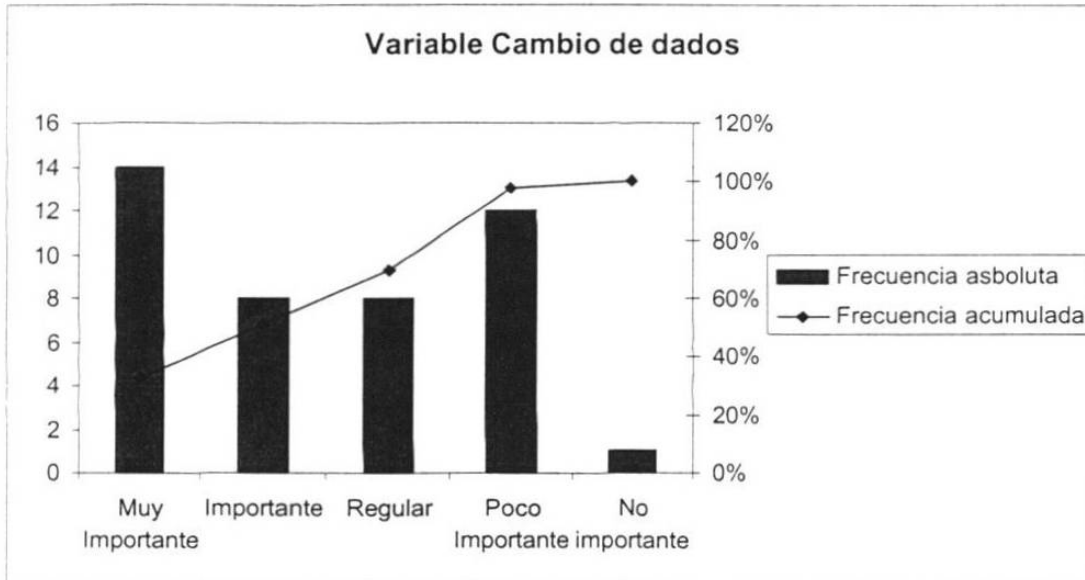
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "JIT" en la productividad es significativo, pues acumula en su densidad el 63 % del total de las respuestas.

Tabla 7-XII. Estadística descriptiva para la variable "JIT".

Variable: Justo a tiempo	
Media	2.255813953
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	1.236219723
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	97
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "JIT", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "2", lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

Figura 7-IV. Polígono de frecuencias para la variable "SMED".



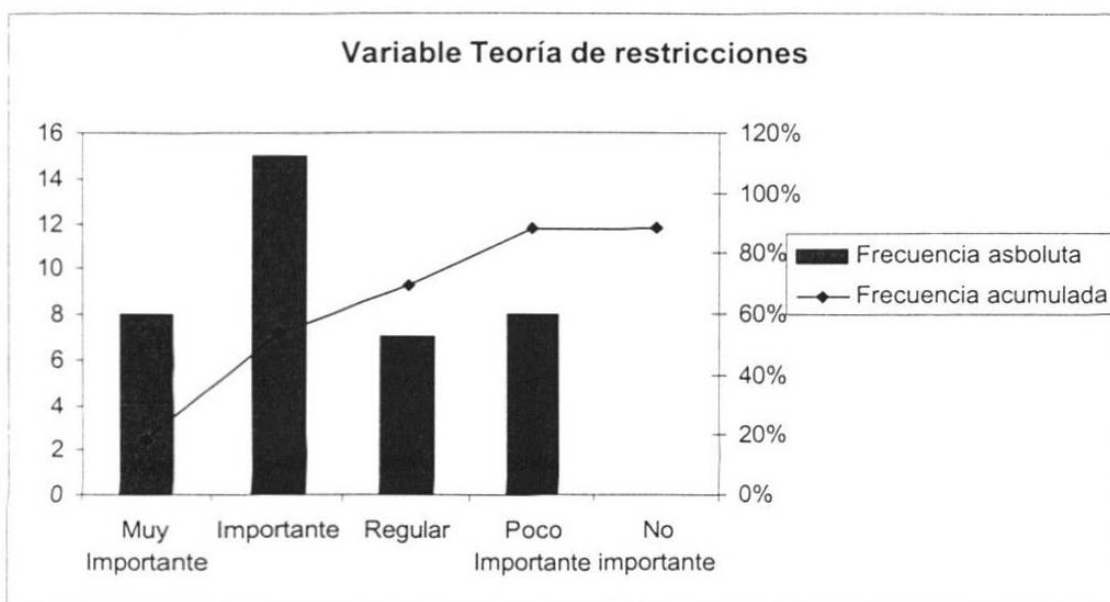
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "SMED" en la productividad es moderado, pues acumula en su densidad el 51 % del total de las respuestas.

Tabla 7-XIII. Estadística descriptiva para la variable "SMED".

Variable: Cambio de datos	
Media	2.488372093
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	1.27936169
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	107
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "SMED", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "2" y mantiene una desviación estándar de 1.27, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es moderado.

Figura 7-V. Polígono de frecuencias para la variable "TOC".



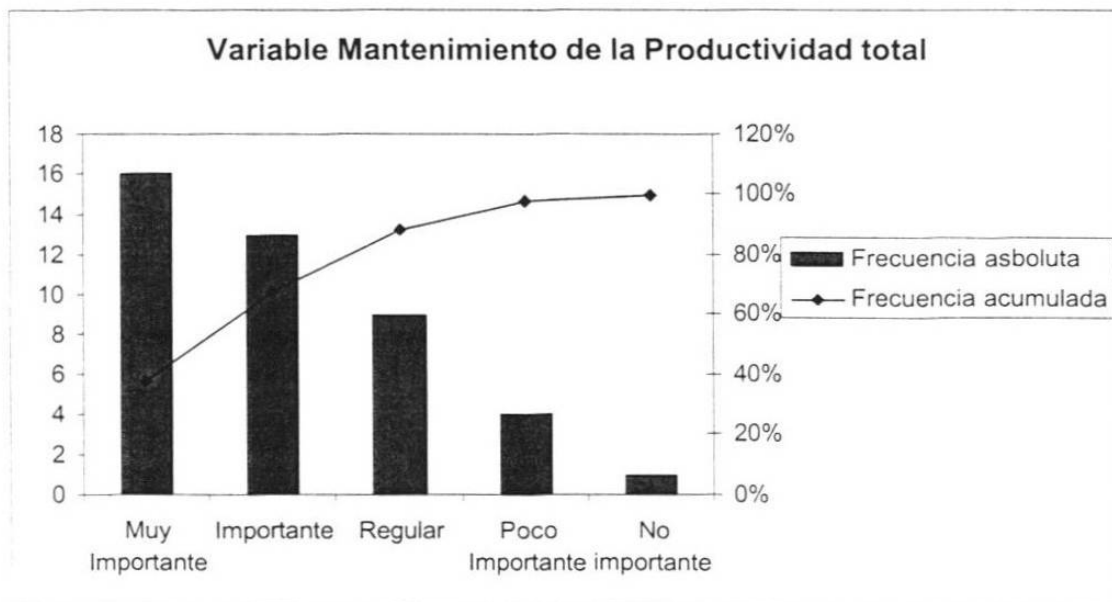
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "TOC" en la productividad es moderado, pues acumula en su densidad el 53 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XIV. Estadística descriptiva para la variable "TOC".

Variable: Teoría de restricciones	
Media	2.697674419
Mediana	2
Moda	2
Desviación estándar	1.300821786
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	116
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "TOC", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "2" y mantiene una desviación estándar de 1.3, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es moderado.

Figura 7–VI. Polígono de frecuencias para la variable "TPM".



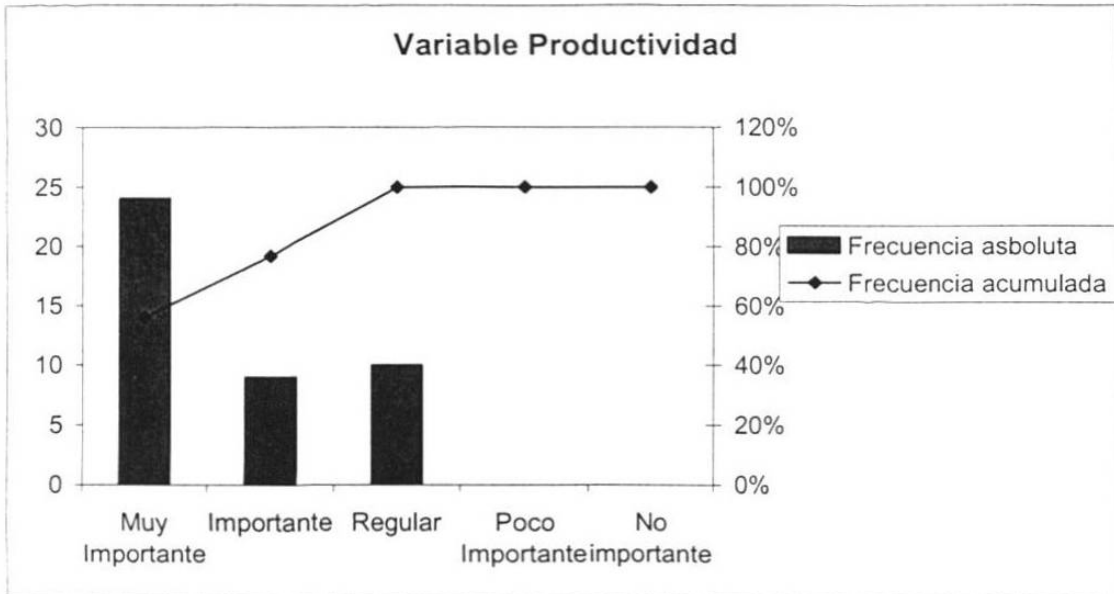
En la gráfica anterior se identifica que el impacto de la variable "TPM" en la productividad es significativo, pues acumula en su densidad el 67 % del total de las respuestas.

*Tabla 7–XV. Estadística descriptiva para la variable "TPM".*

<i>Variable: Mantenimiento de la productividad total</i>	
Media	2.093023256
Error típico	0.165769301
Mediana	2
Moda	1
Desviación estándar	1.087022002
Rango	4
Mínimo	1
Máximo	5
Suma	90
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "TPM", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "2" y mantiene una desviación estándar de 1.0, lo cuál apoya el supuesto de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

Figura 7–VII. Polígono de frecuencias para la variable "Yi".



En la gráfica anterior se identifica que el impacto del uso de las herramientas de clase mundial en la variable "Yi" productividad es moderado, pues acumula en su densidad el 53 % del total de las respuestas.

Tabla 7–XVI. Estadística descriptiva para la variable "Yi".

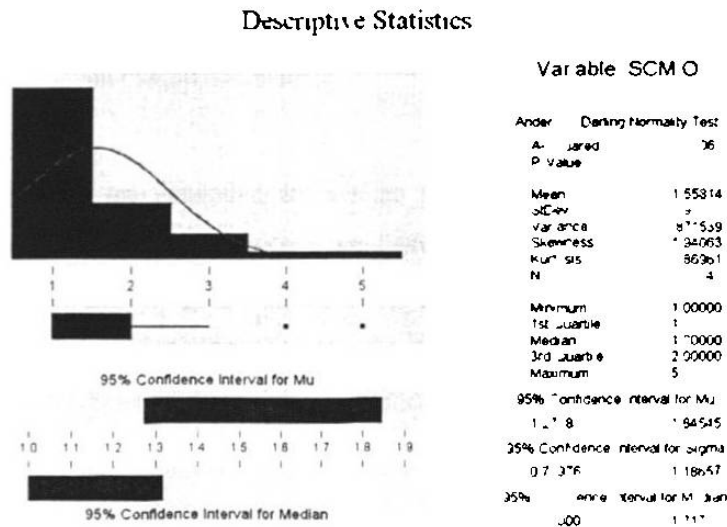
Variable: Productividad	
Media	1.674418605
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0.837255444
Rango	2
Mínimo	1
Máximo	3
Suma	72
Cuenta	43

En la tabla anterior, se presenta el análisis descriptivo para la variable "Yi", en la cuál se identifica que la mediana se localiza en "1" y mantiene una desviación estándar de 0.8, lo cuál apoya la suposición de que el impacto de la variable en la productividad es significativo.

**7.1.4 Resumen gráfico de medidas de tendencia central y dispersión**

En la siguiente sección se presentará un resumen estadístico con las medidas de tendencia central y de dispersión para caracterizar cada variable bajo estudio.

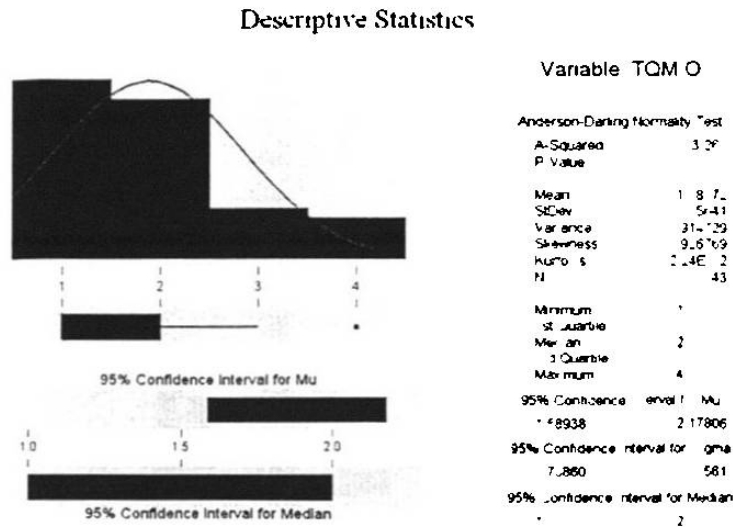
Figura 7–VIII. Intervalos de confianza para "SCM".



En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 1.94, por otra parte la moda está situada en uno, y se caracteriza la densidad de distribución dentro de la familia de la  $\chi^2$  (Jí-cuadrada). El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Muy Importante".

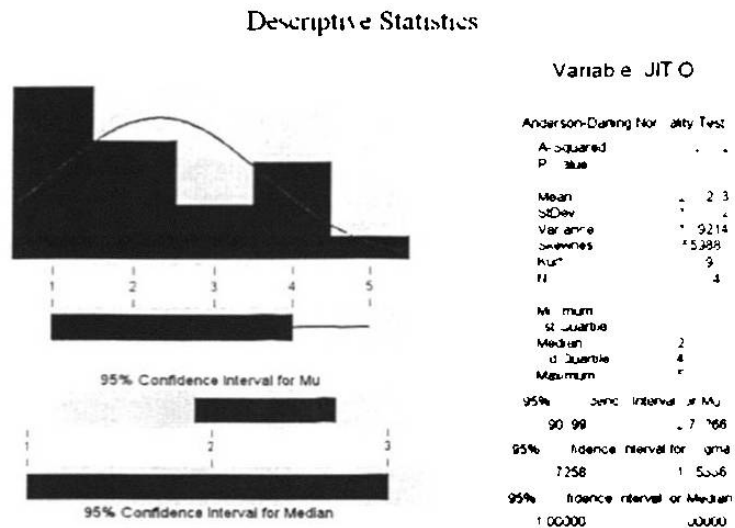


Figura 7-IX. Intervalos de confianza para "TQM".



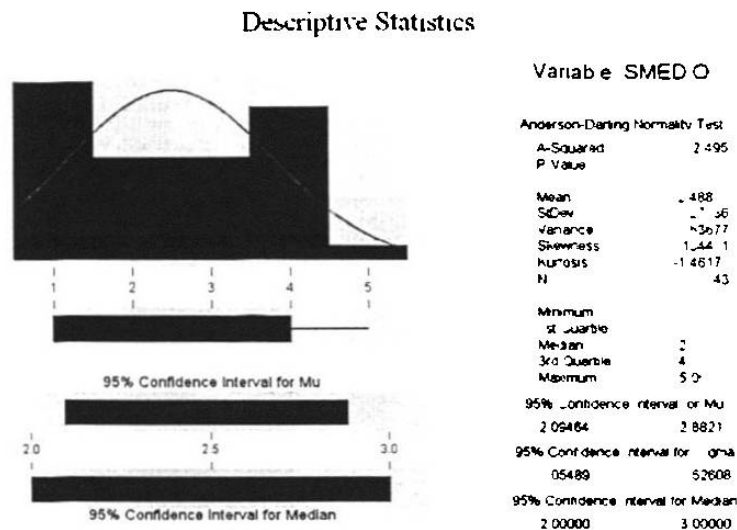
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.92, por otra parte la moda está situada en uno, y se caracteriza la densidad de distribución dentro de la familia de la  $\chi^2$  (Jí-cuadrada). El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1" y "2", lo cual significa un comportamiento codificado como "Muy Importante" e "Importante".

Figura 7-X. Intervalos de confianza para "JIT".



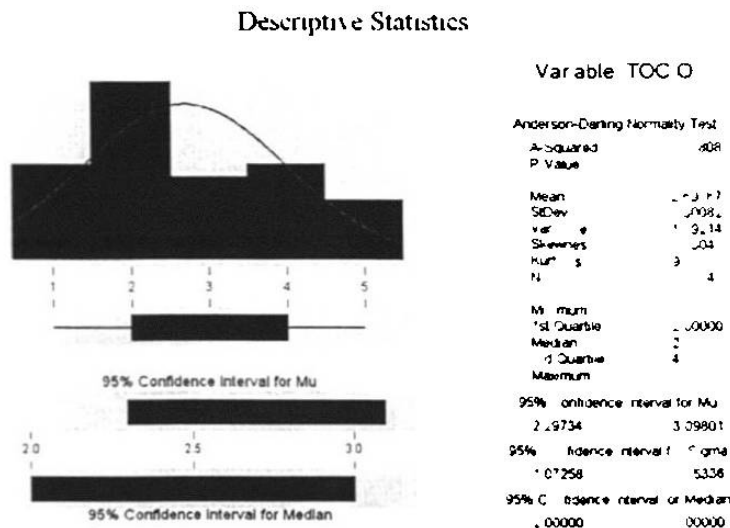
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.52, por otra parte la moda está situada en uno, y se caracteriza la densidad de distribución dentro de la familia de la  $\chi^2$  (Jí-cuadrada). El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1" y "2", lo cual significa un comportamiento codificado como "Muy Importante" e "Importante".

Figura 7–XI. Intervalos de confianza para "SMED".



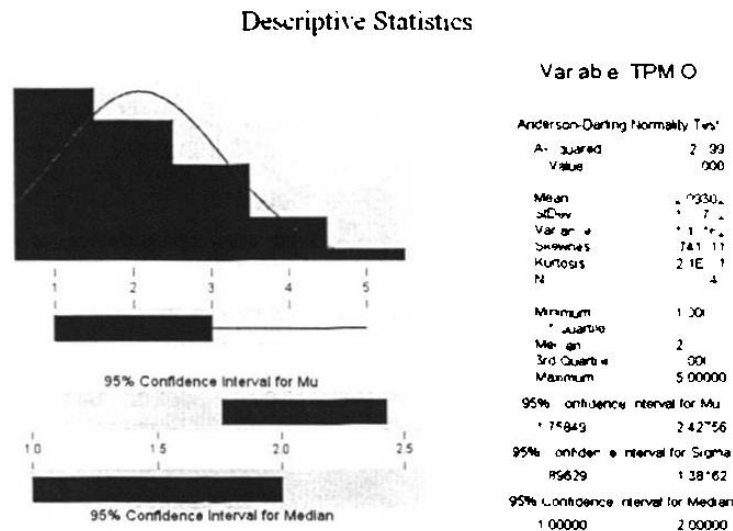
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.13, por otra parte la moda está situada en uno. La densidad de distribución tiene un comportamiento un tanto más normal, aunque no logra superar el valor crítico del P-valor > 5 %. El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento hacia los valores codificados "1", "2", "3" y "4", lo cuál significa que no existe una clara tendencia en esta variable bajo estudio.

Figura 7–XII. Intervalos de confianza para "TOC".



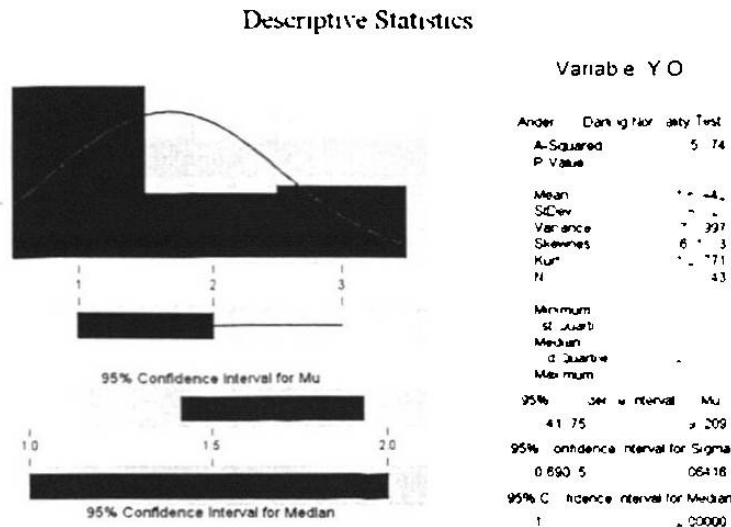
En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.39, por otra parte la moda está situada en dos. La densidad de distribución tiene un comportamiento un tanto más normal, aunque no logra superar el valor crítico del P-valor > 5 %. El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "2", lo cuál significa un comportamiento codificado como "Importante".

Figura 7–XIII. Intervalos de confianza para "TPM".



En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.74, por otra parte la moda está situada en uno. La densidad de distribución tiene un comportamiento típico diente de sierra, y no logra superar el valor crítico del P-valor > 5 %. El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1" y "2", lo cual significa un comportamiento codificado como "Muy Importante" e "Importante".

Figura 7–XIV. Intervalos de confianza para "Yi".



En la gráfica anterior se visualiza un sesgo positivo con valor de 0.69, por otra parte la moda está situada en uno. La densidad de distribución tiene un comportamiento atípico no normal. El indicador estadístico de prueba presenta un comportamiento con tendencia hacia el valor codificado "1", lo cual significa un comportamiento codificado como "Muy Importante".

## 7.2 Inferencia estadística

Las variables bajo estudio: SCM, TQM, JIT, SMED, TOC, TPM, tienen un impacto diferenciado en la productividad. En la siguiente tabla (véase la tabla No. 7-XVII) se realiza un análisis más estricto ya que en lugar de realizar comparaciones respecto a los valores acumulados, se compara el valor de la mediana contra el valor acumulado relativo. Este análisis es capaz de identificar las magnitudes máximas y mínimas de la densidad de distribución de las variables bajo estudio.

En la siguiente tabla se logra identificar que la variable "TQM" acumula un 79 % en su comportamiento mediano situado en 2, lo cual indica que su impacto en la

productividad es altamente significativo. La variable "SMED" acumula un 51 % en su comportamiento mediano, lo cual representa un impacto moderado.

*Tabla 7–XVII. Análisis de proporciones por variable.*

Análisis de proporciones			
Categorías	Código	Mediana	Frecuencia acumulada
Cadena de suministro	SCM	1	65%
<b>Calidad total</b>	<b>TQM</b>	<b>2</b>	<b>79%</b>
Justo a tiempo	JIT	2	63%
<b>Cambio de datos</b>	<b>SMED</b>	<b>2</b>	<b>51%</b>
Teoría de restricciones	TOC	2	53%
Mantenimiento de la productividad total	TPM	2	63%
Productividad	Yi	1	56%

### 7.3 Análisis paramétricos

El análisis paramétrico consiste en la realización de procesos estadísticos, para poder analizar con un mayor nivel de profundidad la relación entre las variables de la muestra. Los análisis que se presentarán son: 1) Coeficiente de correlación de Pearson, y 2) Análisis de varianza para cada una de las variables bajo estudio.

#### 7.3.1 Coeficiente de correlación Pearson

El coeficiente de correlación Pearson, es un indicador estadístico que relaciona las variables bajo estudio para establecer un valor de correspondencia, con un rango de  $0 < \text{Rho} < 1$ , valores superiores a 70 % indican correlaciones significativas, un valor que acompaña el coeficiente de Pearson es el P-valor, el cuál está sujeto a la prueba de hipótesis  $H_0$ : No existe correlación, de tal forma que valores P-valor  $> 5\%$ , indicarán variables sensibles para el impacto en la productividad.

*Ecuación 7-I. Resultados de multicorrelación Pearson.***Correlaciones: TQM, SCM, JIT, SMED, TOC, TPM**

	TQM	SCM	JIT	SMED	TOC
SCM	0.394 0.009				
JIT	0.507 0.001	0.583 0.000			
SMED	0.553 0.000	0.444 0.003	0.696 0.000		
TOC	0.469 0.002	0.123 0.433	0.590 0.000	0.592 0.000	
TPM	0.560 0.000	0.745 0.000	0.586 0.000	0.617 0.000	0.290 0.059

Reporte contiene: Correlación Pearson  
P-Valor

El par de variables identificadas (*véase la ecuación No.7-I*) con una mayor correlación Pearson son: "TPM" y "SCM", lo cual indica que el uso de estos programas de productividad conjuntamente tienen un impacto mayor en la productividad. El par de variables "TOC" y "SCM" mantienen una relación correlacional, sin embargo su impacto en la productividad es moderado.

En el siguiente apartado (*véase la ecuación No.7-I*) se identifica el grado de correlación entre las herramientas de clase mundial y su efecto en la productividad. Como se puede observar, existe un efecto diferenciado entre el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad; la variable "TQM" con una correlación de 0.635 y la variable "TPM" con una correlación de 0.610, son las que más impacto tienen en la productividad, mientras que, las variables "SCM", "TOC", "JIT" y, "SMED", tienen un efecto menor.



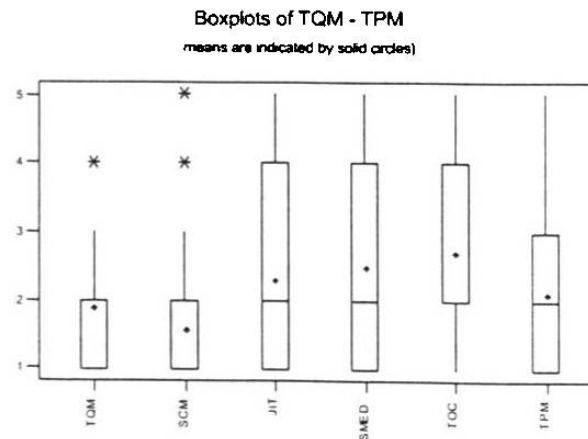


En la ecuación anterior, se ilustra el análisis ANOVA en un solo sentido, la cuál logra identificar que existen diferencias entre las variables, por lo tanto  $H_0$  se rechaza, de forma tal que  $H_1$  se acepta, bajo las siguientes consideraciones: 1) las variables "JIT", "SMED", "TOC", pueden implantarse en el sistema de operación de la empresa en un programa conjunto de productividad, mientras que la variable "SCM" se puede ser implementada como una estrategia de productividad individual.

Las variables "TPM" y "TQM", estandarizan los resultados estadísticos de las otras variables, es decir, estas dos herramientas actúan como programas globales de productividad, alineando los esfuerzos de la organización para el logro de la productividad.

En la siguiente tabla (véase la figura No. 7-XV) se presentará el análisis de ANOVA de forma gráfica, en donde se puede observar la menor desviación estándar para las variables "TQM" y "TPM", las cuáles actúan como programas integradores de los esfuerzos de productividad en la organización.

Figura 7-XV. Análisis de varianza tipo usando box-plots.



## 7.4 Análisis multivariante

Los procedimientos multivariantes tienen por objetivo, analizar la relación entre las variables de estudio, a saber: variables independientes (el uso de las herramientas de clase mundial) y la variable dependiente (el efecto sobre la productividad). Se presentarán dos análisis multivariados: 1) Regresión multivariada y 2) Componentes principales.

### 7.4.1 Regresión multivariada

La técnica de la regresión multivariada se usará para definir el nivel de significancia de acuerdo al P-Valor, las variables que tienen un impacto significativo sobre la productividad, serán aquellas que en la ecuación de regresión multivariada tengan signo positivo, debido a que afectan directamente proporcional a la variable "Yi", caso contrario el de las variables con signo negativo (*Véase la ecuación No.7-IV*).

#### *Ecuación 7-IV. Regresión multivariada.*

Análisis de regresión multivariada para: Yi contra TQM, SCM, JIT, SMED, TOC, TPM

Ecuación de regresión multivariada es:

$$Y_i = 0.435 + 0.354 \text{ TQM} - 0.314 \text{ SCM} + 0.164 \text{ JIT} - 0.116 \text{ SMED} - 0.000 \text{ TOC} + 0.466 \text{ TPM}$$

Predictores	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.4351	0.2625	1.66	0.106
TQM	0.3535	0.1286	2.75	0.009
SCM	-0.3144	0.1673	-1.88	0.068
JIT	0.1641	0.1227	1.34	0.189
SMED	-0.1160	0.1181	-0.98	0.333
TCC	-0.0003	0.1034	-0.00	0.997
TPM	0.4658	0.1525	3.06	0.004

S = 0.6030      R-Sq = 55.5%      R-Sq(adj) = 48.1%

De donde: R-Sq = Coeficiente de correlación del modelo

La ecuación de regresión multivariada indica que las variables TQM, TPM y JIT, tienen un impacto positivo en la productividad, mientras que para las variables SMED, TOC y SCM tienen un impacto moderado.

## 7.4.2 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales es usado para definir cuáles son las variables que atraen la mayor proporción de variación, formando los componentes principales a través de la ecuación de valores de las distancias en escala Eigen.

El análisis multivariado identifica 3 componentes principales TQM, TPM y JIT, sin embargo, solamente los dos primeros son los más importantes ya que acumulan aproximadamente el 80 % de la variación total (véase la ecuación No. 7-V), dando como resultado un impacto positivo en la productividad.

*Ecuación 7-V. Componentes principales.*

### Análisis de componentes principales para: TQM, TPM, JIT, SCM, SMED, TOC

Matriz de correlación para los valores Eigen, para los primeros tres componentes principales: TQM, TPM, JIT

	TQM	TPM	JIT	SCM	SMED	TOC
Eigenvalue	3.6168	1.0488	0.5498	0.3414	0.2677	0.1755
Proporción	0.603	0.175	0.092	0.057	0.045	0.029
Acumulado %	0.603	0.778	0.869	0.926	0.971	1.000
Variable	PC1	PC2	PC3			
TQM	-0.392	0.115	0.851			
TPM	-0.434	-0.391	0.110			
JIT	-0.452	0.088	-0.426			
SCM	-0.375	-0.595	-0.191			
SMED	-0.446	0.191	-0.145			
TOC	-0.338	0.660	-0.157			

## **7.5 Conclusiones**

En esta sección se presentan los resultados de cada uno de los procedimientos estadísticos realizados en el estudio de campo, los cuáles responden a las hipótesis presentadas en el capítulo 5 “Planteamiento del Problema” (*véase el Capítulo No.5*).

Los procedimientos estadísticos utilizados en este capítulo son: estadística descriptiva, análisis de varianza, regresión lineal, coeficiente de correlación de pearson, análisis de componentes principales.

A continuación se presentan las conclusiones principales relativas a las hipótesis planteadas originalmente.

### **7.5.1 Hipótesis nula y alternativa**

La hipótesis nula establece una relación de causalidad, en la cuál el uso de cada una de la herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad. La hipótesis alternativa establece que no existe diferencia en el uso de las herramientas de clase mundial debido a que su impacto en la productividad es igual.

El procedimiento de análisis estadístico demostrará que la hipótesis nula es cierta, es decir: las herramientas de clase mundial al ser implantadas en la empresa tienen un impacto diferente en la productividad, con ello, podemos indicar que es posible diferenciar entre las herramientas que tienen un mayor impacto en la productividad de aquellas que no lo tienen.

A continuación se presentan los planteamientos finales de las hipótesis nula y alternativa.

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.
- $H_1$ : El uso de las herramientas de clase mundial tienen un igual impacto en la productividad.

El procedimiento de comprobación se basó en el análisis de correlación de Pearson, el cuál establece el grado de afinidad entre las variables independientes y la variable dependiente.

El análisis de correlación presentó que existe un grado diferente de relación entre las variables independientes de la variable dependiente. El impacto de cada una de las herramientas de clase mundial tiene un impacto diferenciado respecto a la productividad.

Las variables presentaron los siguientes valores:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad presentó una correlación de 0.610,  $X_2$  = Administración total de calidad presentó una correlación de 0.635,  $X_3$  = Teoría de restricciones presentó una correlación de 0.367,  $X_4$  = Cambio de datos presentó una correlación de 0.441,  $X_5$  = Cadena de suministro presentó una correlación de 0.329, y  $X_6$  = Justo a tiempo presentó una correlación de 0.486.

### 7.5.2 Hipótesis complementarias

La hipótesis complementaria  $H_a$  tiene como propósito probar que existen algunas herramientas de clase mundial que impactan en mayor medida a la productividad.

A continuación se presenta el planteamiento final de la hipótesis complementaria  $H_a$ .

- $H_a$ : Existen herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

Para comprobar esta afirmación se realizaron dos tipos de análisis: 1) Método de distribuciones absolutas y acumuladas, y 2) Regresión multivariada.

**Método de distribuciones absolutas y acumuladas.** Este método se basa en la escala Lickert, en donde se cataloga que la variable ( $X_i$ ) tiene un impacto altamente significativo siempre y cuándo las respuestas absolutas para los valores codificados "1" y "2", representen una distribución acumulada en un rango entre 80 % a 100%.

El análisis identificó que la variable  $X_5$  = Cadena de suministro presenta un impacto altamente significativo cuando es implementada individualmente.

El análisis de las distribuciones absolutas y acumuladas de la variables tuvieron los siguientes resultados:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad (Impacto significativo al 67 %),  $X_2$  = Administración total de calidad (Impacto significativo al 79 %),  $X_3$  = Teoría de restricciones (Impacto moderado al 53 %),  $X_4$  = Cambio de datos (Impacto moderado al 51 %),  $X_5$  = Cadena de suministro (Impacto altamente significativo al 86 %), y  $X_6$  = Justo a tiempo (Impacto significativo al 63 %).

**Método de regresión multivariada.** El método de regresión tiene por objetivo identificar las herramientas de clase mundial que tienen un mayor impacto en la productividad.

El análisis de regresión multivariada identificó las variables  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad,  $X_2$  = Administración total de calidad, y  $X_6$  = Justo a tiempo tienen un impacto mayor que las otras variables.

La hipótesis complementaria  $H_b$  tiene como propósito probar que existen algunas herramientas de clase mundial que al ser implementadas de forma conjunta pueden maximizar el efecto de la productividad.

A continuación se presenta el planteamiento final de la hipótesis complementaria  $H_b$ .

- $H_b$ : La aplicación de manera conjunta de algunas de las herramientas de clase mundial pueden maximizar el efecto en la productividad, con respecto al efecto que cada una de ellas en lo individual.

Para comprobar esta hipótesis se realizaron dos análisis estadísticos: 1) Análisis de varianza y 2) Análisis de componentes principales.

**Método de análisis de varianzas.** El análisis identificó que las variables  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad, son las herramientas de clase mundial que al ser implementadas conjuntamente tienen un efecto de maximización del impacto en la productividad.

**Método de análisis de componentes principales.** El proceso estadístico identificó que las variables  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad, son las herramientas que actúan como integradoras en los programas de mejoramiento continuo para la búsqueda de la productividad, ya que su alcance es de mayor espectro, es decir acumulan aproximadamente el 80 % de la variación total.



## 7.6 Referencias Bibliográficas

En esta sección no se indicó ninguna referencia bibliográfica, sin embargo se utilizaron diferentes libros de texto como apoyo para el análisis estadístico, que a continuación se listan.

### Bibliografía de consulta

- Bernal T. César. *Metodología de la Investigación: Para Administración y Economía*. 1ª. Ed. Prentice Hall, Colombia 2000. 262 páginas.
- Dirección de internet. Programa de bases de datos Excel. [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com). Julio 2004.
- Dirección de internet. Programa estadístico Minitab. [www.minitab.com](http://www.minitab.com). Julio 2004.
- Hernandez, Sampieri R. y, Fernández C. C. *Metodología de la investigación*. 2 a . Edición. McGraw-Hill, México1998. 501 páginas.
- Mendenhall W, Reinmuth J. y, Beaver R. *Statistics for Management and Economics*. 7a. Duxbury Press, USA 1993, 1062 páginas.

## 8 Conclusiones

El presente capítulo tiene como objetivo establecer las conclusiones finales de la tesis, éstas serán presentadas en dos secciones: 1) Aportación teórica, y 2) Aportación práctica. Adicionalmente se presentarán los aspectos cubiertos por esta tesis y se sugerirán futuras líneas de investigación.

### 8.1 Aportación teórica

Existen diferentes pensamientos sobre el concepto de la administración de operaciones, los cuáles contienen ciertas similitudes y se pueden resumir en la siguiente proposición:

- La administración de operaciones es un proceso que está orientado al diseño, operación y mejora de los sistemas de manufactura, para la optimización de recursos, a fin de incrementar la productividad del sistema.

La administración de operaciones ha evolucionado a lo largo del tiempo, en el cuál se pueden identificar cuatro etapas: 1) Etapa mecanicista, 2) Etapa mecanicista evolutiva, 3) Integración competitiva, y 3) Manufactura de clase mundial.

El modelo de la administración de operaciones tiene su aplicación en la estrategia operativa, y no vincula sus aportaciones en la administración de recursos con el enfoque de productividad a través de la estrategia genérica de competencia de liderazgo en costo, para buscar mejores posiciones competitivas.

La administración de operaciones bajo la perspectiva de liderazgo en costo debe ofrecer herramientas que lleven a la empresa a la productividad y en consecuencia a la competitividad. Las herramientas que se tomaron para este estudio fueron: 1) Justo a tiempo, 2) Calidad total, 3) Teoría de restricciones, 4) Mantenimiento de la productividad total, 5) Cambios rápidos, y 6) Cadena de suministros.

El uso de las herramientas de clase mundial dentro del modelo de la administración de operaciones, presenta dos limitaciones fundamentales: 1) El impacto que el uso de las herramientas de clase mundial tiene en la productividad, y 2) La incorporación del factor humano dentro de su teoría. La presente investigación abordó la primera limitación.

## **8.2 Aportación práctica**

La aportación práctica de la presente tesis radica en la comprobación o rechazo de las hipótesis que se ofrecen para dar respuesta al planteamiento del problema.

A continuación se presentarán cada uno de los objetivos de la investigación, acompañados de las preguntas de investigación, las hipótesis relacionadas y el resultado de la investigación realizada para cada caso en particular.

### **8.2.1 Problema central de investigación**

Objetivo general de investigación No. 1

- $O_1$ . Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.

Pregunta general de investigación

- $P_1$ . ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?

Hipótesis de investigación

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.

#### Hipótesis nula

- $H_1$ : El uso de las herramientas de clase mundial tienen un igual impacto en la productividad.

#### Resultado de la hipótesis

- El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad, por lo tanto, la Hipótesis nula  $H_0$  se acepta y  $H_1$  se rechaza.

#### Método de comprobación

- Se utilizó el método de correlación de Pearson, en el cual se identificaron los diferentes grados de relación causal entre las variables independientes (herramientas de clase mundial) y la variable dependiente (productividad).

### 8.2.2 Problemas complementarios de investigación

#### Objetivo específico de investigación No. 2

- $O_2$ . Identificar las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

#### Pregunta de investigación

- $P_2$ . ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad?

#### Hipótesis complementaria $H_a$

- $H_a$ : Existen herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

### Resultado de la hipótesis

- A través de los procedimientos estadísticos para el análisis del instrumento de campo se logró identificar que efectivamente existen herramientas que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad, por lo tanto, la Hipótesis complementaria  $H_a$  se acepta.

### Método de comprobación

- Para comprobar esta afirmación se realizaron dos tipos de análisis: 1) Método de distribuciones absolutas y acumuladas, y 2) Regresión multivariada.
- El método de distribuciones absolutas y acumuladas identificó que las siguientes herramientas:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad,  $X_2$  = Administración total de calidad  $X_5$  = Cadena de suministro, tienen un impacto altamente significativo o significativo y satisfacen en mayor medida al impacto en la productividad.
- El método de Regresión multivariada identificó que las siguientes herramientas:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad,  $X_2$  = Administración total de calidad, y  $X_6$  = Justo a tiempo, satisfacen en mayor medida al impacto en la productividad.
- Es necesario notar que las herramientas:  $X_5$  = Cadena de suministro, y  $X_6$  = Justo a tiempo, son programas de productividad afines, hecho por el cual, los métodos estadísticos los identificaron cada una de las dos herramientas como significativas o incluso altamente significativas.
- Las herramientas coincidentes en los dos diferentes análisis fueron:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad.

### Objetivo específico de investigación No. 3

- O<sub>3</sub>. Identificar las herramientas de clase mundial que conjuntamente pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad, con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular.

### Pregunta de investigación

- P<sub>3</sub>. ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que de manera conjunta pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad, con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular?

### Hipótesis complementaria H<sub>b</sub>

- H<sub>b</sub>: La aplicación de manera conjunta de algunas de las herramientas de clase mundial pueden maximizar el efecto en la productividad, con respecto al efecto que cada una de ellas en lo individual.

### Resultado de la hipótesis

- El resultado del análisis estadístico de las variables indicó que existen herramientas que al ser implementadas de manera conjunta pueden maximizar su efecto en la productividad, por lo tanto, la Hipótesis complementaria H<sub>b</sub> se acepta.

### Método de comprobación

- Para comprobar esta hipótesis se realizaron dos análisis estadísticos: 1) Análisis de varianza y 2) Análisis de componentes principales.
- El método de análisis de varianza identificó que las siguientes herramientas: X<sub>1</sub> = Mantenimiento de la productividad, y X<sub>2</sub> = Administración total de calidad, pueden ser implementadas conjuntamente y su efecto maximizará el impacto en la productividad.

- El método de análisis de componentes principales identificó que las siguientes herramientas:  $X_1$  = Mantenimiento de la productividad, y  $X_2$  = Administración total de calidad, pueden ser implementadas conjuntamente y su efecto maximizará el impacto en la productividad.

### 8.2.3 Resultados de la investigación

Hipótesis  $H_0$  (Se acepta).

El uso de las herramientas de clase mundial tiene un impacto diferenciado en términos de productividad. Esto trae como consecuencia el impacto en la productividad depende del tipo de herramienta de clase mundial que se implante en la empresa.

Hipótesis complementaria  $H_a$  (Se acepta).

Existen algunas herramientas que satisfacen en mayor medida la productividad en la organización. Este tipo de herramientas puede considerarse como variables de amplio espectro o variables sistémicas, ya que el alcance de estas herramientas es mayor. Las variables que se identificaron dentro de esta categoría son TPM, TQM, JIT y SCM.

Hipótesis complementaria  $H_b$  (Se acepta).

La aplicación conjunta de algunas variables puede maximizar el impacto en la productividad, en contraparte del resultado que cada una lograrse en lo individual. Las herramientas que se identificaron dentro de esta categoría son TPM y TQM

Una conclusión final que surge a partir de los hallazgos encontrados de la hipótesis  $H_a$  y  $H_b$ , es que existe una coincidencia entre las herramientas que se consideran como integradoras para un mayor impacto en la productividad, y aquellas herramientas del tipo sistémico que logran maximizar el impacto en la productividad.

Esta afirmación nos indica que al seleccionar las herramientas TPM y TQM para ser implantadas como programas de mejoramiento continuo, no solamente se seleccionan las variables que maximizan el impacto en la productividad, sino que además, incrementa el resultado en la productividad de una forma sistémica.

### **8.3 Líneas de investigación cubiertas por la investigación**

La presente tesis a lo largo de su investigación teórica ha cubierto los siguientes aspectos:

- Modelo de la administración de operaciones.
- Evolución de la administración de operaciones.
- Limitaciones fundamentales del campo de conocimientos de la administración de operaciones.
- Interrelación existente entre la administración de operaciones y la planeación estratégica.

La presente tesis a lo largo de su investigación práctica ha cubierto los siguientes aspectos:

- Manufactura de clase mundial.
- Selección de las herramientas de productividad que impactan en la productividad.
- Determinación del impacto que las herramientas de clase mundial tienen en la productividad.
- Determinación de las herramientas de clase mundial que pueden ser implementadas como programas integradores o globales de productividad.



#### **8.4 Líneas de investigación para desarrollo futuro**

Se sugiere como futuras líneas de investigación basadas en los resultados de la presente tesis, las siguientes:

- El efecto de la productividad laboral y la manufactura de clase mundial en la productividad total.
- Desarrollo de modelos de consultoría para la implantación de las herramientas de clase mundial TQM (Gestión total de la calidad) y TPM (Mantenimiento productivo total).
- Análisis de factibilidad del uso del TPM y TQM en las empresas de tamaño micro y pequeño, tanto de los sectores industriales y de servicio.